

RAPPORT DE L'UNESCO SUR LA SCIENCE

Vers 2030

Éditions UNESCO

Organisation des Nations Unies pour l'éducation, la science et la culture

RAPPORT DE L'UNESCO SUR LA SCIENCE

Vers 2030

Publié en 2016 par l'Organisation des Nations Unies pour l'éducation, la science et la culture
7, place de Fontenoy, 75352 Paris 07 SP, France

© UNESCO 2016

Œuvre publiée en libre accès sous la licence Attribution-ShareAlike 3.0 IGO (CC-BY-SA 3.0 IGO) (http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/igo). Les utilisateurs du contenu de la présente publication acceptent les conditions d'utilisation de l'archive ouverte en libre accès UNESCO (http://fr.unesco.org/open-access/terms-use-ccbysa-fr). La présente licence s'applique exclusivement aux contenus textes de la publication. L'utilisation de contenus n'étant pas clairement identifiés comme appartenant à l'UNESCO devra faire l'objet d'une demande préalable d'autorisation adressée à publication.copyright@unesco.org ou aux Éditions UNESCO, 7, place de Fontenoy, 75352 Paris 07 SP, France.

ISBN 978-92-3-200106-1

Titre original : *UNESCO Science Report: towards 2030*
Publié en 2015 par l'Organisation des Nations Unies pour l'éducation, la science et la culture
Traduit de l'anglais par Strategic Agenda

Les désignations employées dans cette publication et la présentation des données qui y figurent n'impliquent de la part de l'UNESCO aucune prise de position quant au statut juridique des pays, territoires, villes ou zones, ou de leurs autorités, ni quant au tracé de leurs frontières ou limites. Les idées et les opinions exprimées dans cette publication sont celles des auteurs ; elles ne reflètent pas nécessairement les points de vue de l'UNESCO et n'engagent en aucune façon l'Organisation.

Conception, création graphique :
Baseline Arts Ltd, Oxford, Royaume-Uni

Graphisme de la couverture : Corinne Hayworth
Photo de couverture : © Bygermina/Shutterstock.com

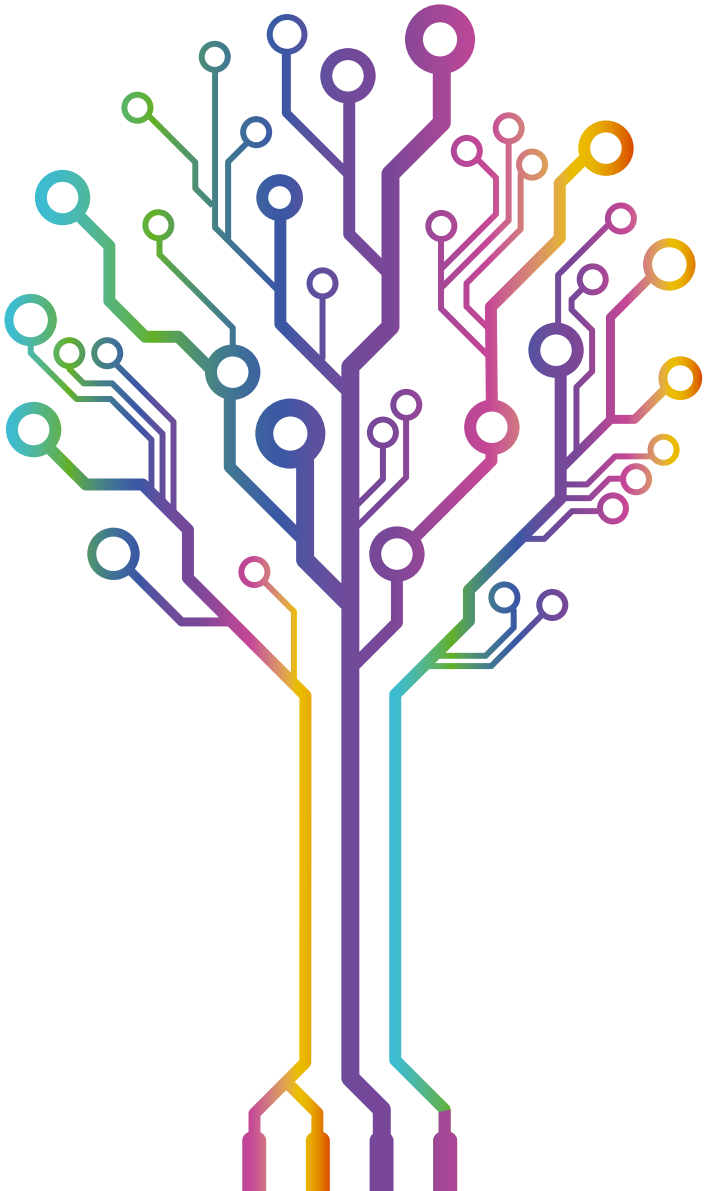
Imprimé et relié par Graphius à Gand – Belgique

Éditions UNESCO

Organisation
des Nations Unies
pour l'éducation,
la science et la culture

RAPPORT DE L'UNESCO SUR LA SCIENCE

Vers 2030



Équipe du rapport

Directrice de la publication :
Flavia Schlegel, *Sous-Directrice générale pour les sciences exactes et naturelles*

Rédactrice en chef :
Susan Schneegans

Chercheur/rédacteur :
Deniz Eröcal

Soutien statistique :
Wilfried Amoussou-Guénou, Chiao-Ling Chien, Oula Hajjar, Sirina Kerim-Dikeni, Luciana Marins, Rohan Pathirage, Zahia Salmi et Martin Schaaper

Assistants administratifs :
Ali Barbash et Edith Kiget

Comité de rédaction :
Zohra ben Lakhdar, *professeure émérite de physique, Université de Tunis, Tunisie*

Can Huang, *professeur et responsable adjoint du Département gestion, sciences et ingénierie de l'École de management, Université de Zhejiang, Hangzhou, Chine*

Dong-Pil Min, *professeur émérite de l'Université nationale de Séoul et membre du Conseil scientifique consultatif du Secrétaire général des Nations Unies*

Gabriela Dutrénit, *professeure d'économie et de gestion de l'innovation, Université autonome métropolitaine, Mexique*

Fred Gault, *professeur chargé de recherches, Université des Nations Unies-MERIT, Pays-Bas*

Ousmane Kane, *président du comité de pilotage, Académie nationale des sciences et techniques du Sénégal*

Patarapong Intarakumnerd, *professeur, Institut national supérieur d'études politiques, Japon*

Slavo Radosevic, *professeur de sciences industrielles et d'études d'innovation, directeur intérimaire, École d'études slaves et d'Europe de l'Est, University College, Londres*

J. Thomas Ratchford, *ancien directeur associé chargé de la politique et des affaires étrangères au Bureau de la politique scientifique et technologique de la Maison Blanche, États-Unis*

Shuan Sadreghazi, *chercheur universitaire, Études d'innovation et développement, Université des Nations Unies-MERIT, Pays-Bas*

Yerbol Suleimenov, *vice-président, Comité des sciences du Ministère de l'éducation et des sciences, Kazakhstan*

Peter Tindemans, *secrétaire général, Euroscience*

Cardinal Warde, *professeur d'ingénierie électrique, Massachusetts Institute of Technology, États-Unis*

Comité de relecture interne :
Salvatore Arico, Chiao-Ling Chien, Paulina Gonzales-Pose, Gaith Fariz, Ernesto Fernandez Polcuch, Bhanu Neupane, Peggy Oti-Boateng, Rohan Pathirage, Jayakumar Ramasamy, Martin Schaaper et April Tash

Nous remercions également :
Sonia Bahri, Alessandro Bello, Anathea Brooks, Isabelle Brugnon, Andrea Gisselle Burbano Fuertes, Anne Candau, Alison Clayson, Natasha Lazic, Bassam Safeiddine, Natalia Tolochko, Carl Vannetelbosch et Rebecca Vella Muskat.

Remerciements

L'UNESCO tient à exprimer sa gratitude et sa reconnaissance au Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche de la République de Djibouti pour la prise en charge complète de la traduction, révision, mise en page et impression de la version française du *Rapport de l'UNESCO sur la science*.

L'UNESCO tient également à exprimer sa reconnaissance à Thomson Reuters, qui a fourni les données statistiques sur les publications utilisées dans le *Rapport de l'UNESCO sur la science* en vue de susciter un débat mondial sur des enjeux politiques majeurs.

De même, l'UNESCO remercie le Fonds de l'Organisation des pays exportateurs de pétrole pour le développement international et l'Université polytechnique fédérale de Lausanne (Suisse) pour leur soutien financier. L'UNESCO souhaite en outre témoigner sa gratitude à la Fondation L'Oréal, qui a parrainé le chapitre de ce rapport intitulé « Vers une diminution des disparités hommes-femmes dans la science et l'ingénierie ? ».

Plusieurs partenaires ont par ailleurs contribué à diffuser les conclusions du rapport en parrainant et/ou en traduisant le résumé exécutif du *Rapport de l'UNESCO sur la science* dans d'autres langues. Nous adressons donc nos remerciements à l'Académie égyptienne de la recherche scientifique et de la technologie (version arabe), à l'Association chinoise pour la science et la technologie (version chinoise), au Gouvernement flamand (versions française, russe et espagnole), aux commissions nationales pour l'UNESCO de l'Allemagne, de l'Autriche, du Luxembourg et de la Suisse (version allemande) et à la commission nationale pour l'UNESCO d'Andorre (version catalane).

L'UNESCO saisit également cette occasion pour remercier les partenaires qui se sont engagés à traduire le rapport intégral dans les autres langues officielles des Nations Unies.

Table des matières

Avant-propos xx
Irina Bokova, *Directrice générale de l'UNESCO*

Perspectives sur les nouveaux enjeux 1

Des universités de plus en plus tournées vers l'international 3
Patrick Aebischer, *Président de l'École polytechnique fédérale de Lausanne, Suisse*

Une démarche scientifique plus axée sur le développement 6
Bhanu Neupane, *Spécialiste du programme, Secteur de la communication, UNESCO*

La science, un élément clé de la réalisation du *Programme 2030* 9
Article d'opinion élaboré à partir d'une note stratégique rédigée par le *Conseil consultatif scientifique du Secrétaire général des Nations Unies*

La science au service d'un monde durable et juste : un nouveau cadre pour la politique scientifique mondiale ? 12
Heide Hackmann, *Conseil international pour la science,*
et **Geoffrey Boulton,** *Université d'Édimbourg*

Les savoirs locaux et autochtones dans l'interface entre science et politique 15
Douglas Nakashima, *Chef du Programme sur les systèmes de savoirs locaux et autochtones, UNESCO*

Présentation générale 19

1. Un monde en quête d'une stratégie de croissance efficace 20
Luc Soete, Susan Schneegans, Deniz Eröcal, Baskaran Angathevar et **Rajah Rasiah**

2. Suivre les tendances en matière d'innovation et de mobilité 56
Elvis Korku Avenyo, Chiao-Ling Chien, Hugo Hollanders, Luciana Marins, Martin Schaaper et **Bart Verspagen**

3. Vers une diminution des disparités hommes-femmes dans la science et l'ingénierie ? 84
Sophia Huyer

Examen détaillé des pays et régions 105

4. Canada 106
Paul Dufour

5. États-Unis d'Amérique 128
Shannon Stewart et Stacy Springs

6. CARICOM 156
Harold Ramkissoon et Ishenkumba A. Kahwa

7. Amérique latine 174
Guillermo A. Lemarchand

8. Brésil 210
Renato Hyuda de Luna Pedrosa et Hernan Chaimovich

9. Union européenne 230
Hugo Hollanders et Minna Kanerva

10. Europe du Sud-Est 272
Djuro Kutlača

11. Association européenne de libre-échange 296
Hans Peter Hertig

12. Pays du bassin de la mer Noire 312
Deniz Eröcal et Igor Yegorov

13. Fédération de Russie 342
Leonid Gokhberg et Tatiana Kuznetsova

14. Asie centrale 364
Nasiba Mukhitidinova

15. Iran 388
Kioomars Ashtarian

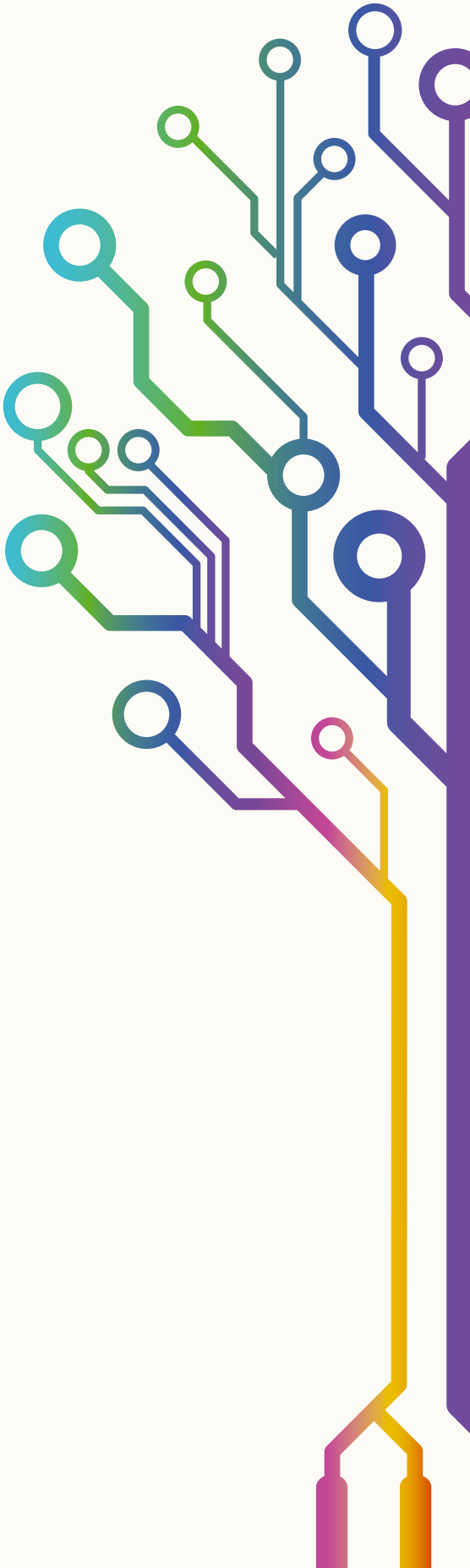
16. Israël 408
Daphne Getz et Zehev Tadmor

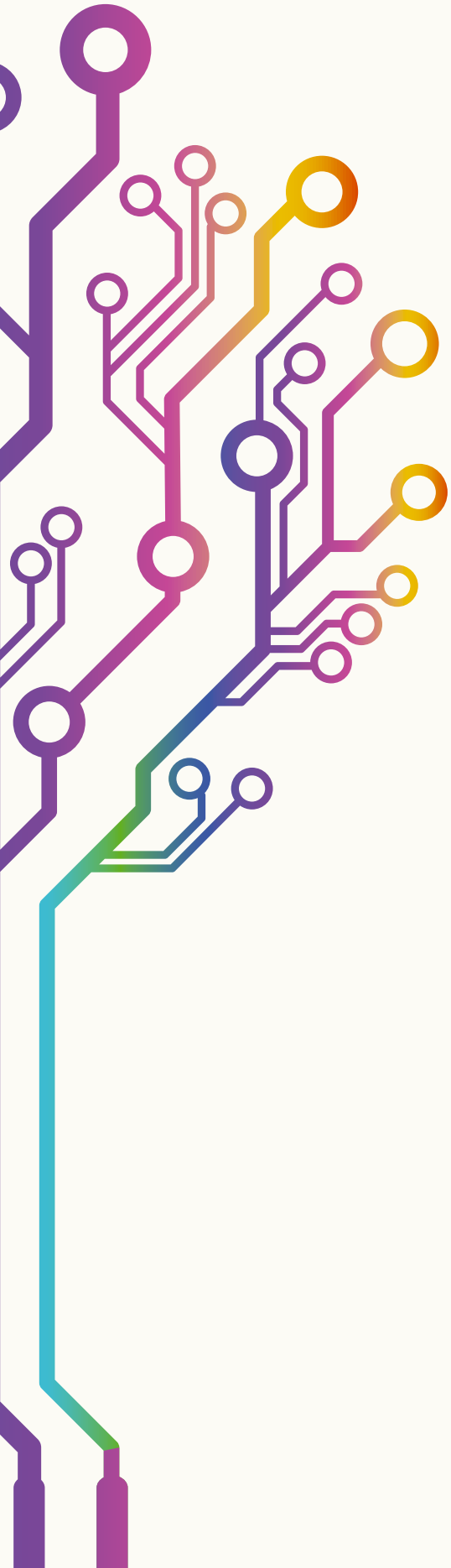
17. États arabes 430
Moneef R. Zou'bi, Samia Mohamed-Nour, Jauad El-Kharraz et Nazar Hassan

18. Afrique de l'Ouest 470
George Essegbey, Nouhou Diaby et Almamy Konté

19. Afrique orientale et centrale 498
Kevin Urama, Mammo Muchie et Remy Twiringiyimana

20. Afrique australe 534
Erika Kraemer-Mbula et Mario Scerri





21. Asie du Sud 566
Dilupa Nakandala et Ammar Malik

22. Inde 598
Sunil Mani

23. Chine 620
Cong Cao

24. Japon 642
Yasushi Sato et Tateo Arimoto

25. République de Corée 660
Deok Soon Yim et Jaewon Lee

26. Malaisie 676
Rajah Rasiah et V.G.R. Chandran

27. Asie du Sud-Est et Océanie 692
Tim Turpin, Jing A. Zhang, Bessie M. Burgos et Wasantha Amaradasa

Annexes 735

1 : Composition des régions et des sous-régions 736

2 : Glossaire 740

3 : Annexe statistique 745

Illustrations

Chapitre 1. Un monde en quête d'une stratégie de croissance efficace

Tableau 1.1 : Tendances mondiales de la population et du PIB 25
Tableau 1.2 : Parts de la dépense mondiale de R&D, 2007, 2009, 2011 et 2013 26
Tableau 1.3 : Parts des chercheurs dans le monde, 2007, 2009, 2011 et 2013 32
Tableau 1.4 : Parts des publications scientifiques dans le monde, 2008 et 2014 36
Tableau 1.5 : Brevets de l'USPTO, 2008 et 2013 38
Tableau 1.6 : Nombre d'utilisateurs d'Internet pour 100 habitants, 2008 et 2013 43

Figure 1.1 : DIRD financée par l'État en pourcentage du PIB, 2005-2013 (%) 28
Figure 1.2 : DIRD exécutée par les entreprises commerciales en pourcentage du PIB, 2005-2013 (%) 29
Figure 1.3 : Effet de renforcement mutuel d'un fort investissement public en R&D et du nombre de chercheurs, 2010-2011 31
Figure 1.4 : Croissance à long terme du nombre d'étudiants internationaux dans le monde,1975-2013 34
Figure 1.5 : Tendances en matière de publications scientifiques dans le monde, 2008 et 2014 37
Figure 1.6 : Tendances des brevets triadiques dans le monde, 2002, 2007 et 2012 39
Figure 1.7 : G20 : parts du PIB, de la DIRD, des chercheuses et des publications scientifiques dans le monde, 2009 et 2013 (%) 40

Chapitre 2. Suivre les tendances en matière d'innovation et de mobilité

Encadré 2.1 : Les entreprises européennes jugent l'attractivité des pays pour la relocalisation de leurs activités de R&D 63
Encadré 2.2 : L'innovation dans les pays du groupe BRICS 71

Tableau 2.1 : Répartition sectorielle des projets d'IDE liés au savoir, 2003-2014 65
Tableau 2.2 : Sources d'information les plus importantes pour les entreprises 72
Tableau 2.3 : Partenaires avec lesquels les entreprises coopèrent en matière d'innovation 73

Figure 2.1 : Tendances en matière de dépenses de R&D des entreprises, 2001-2011 58
Figure 2.2 : Types d'innovations dans le monde 61
Figure 2.3 : Taux d'innovation des entreprises dans les pays du groupe BRICS 62
Figure 2.4 : Pays les plus attractifs en termes de R&D des entreprises selon les entreprises de l'UE, 2014 63
Figure 2.5 : Évolution du nombre de projets dans la base de données fDi Markets, 2003-2014 64
Figure 2.6 : Tendances en matière de projets d'IDE liés au savoir, 2003-2014 66
Figure 2.7 : Entreprises réalisant la R&D en interne ou en externe dans les pays étudiés dans le cadre de l'enquête 70
Figure 2.8 : Types d'innovation menés par les entreprises dans les pays du groupe BRICS 71
Figure 2.9 : Liens des entreprises avec les universités et autres établissements d'enseignement supérieur 74
Figure 2.10 : Taux de mobilité vers l'étranger parmi les doctorants, 2000 et 2013 76
Figure 2.11 : Répartition des étudiants internationaux, 2012 77
Figure 2.12 : Destinations préférées des doctorants internationaux, 2012 78
Figure 2.13 : Principaux groupes de mobilité des étudiants internationaux, 2012 80
Figure 2.14 : Pourcentage de citoyens nationaux titulaires d'un doctorat ayant vécu à l'étranger au cours des 10 dernières années, 2009 81
Figure 2.15 : Pourcentage de titulaires de doctorat étrangers dans une série de pays, 2009 81

Chapitre 3. Vers une diminution des disparités hommes-femmes dans la science et l'ingénierie ?

Encadré 3.1 : Explorer les données 100
Encadré 3.2 : Le CGIAR : faire progresser la carrière des femmes dans la recherche internationale 101

Tableau 3.1 : Part des chercheuses par domaine scientifique, 2013 ou année la plus proche (%) 87

Tableau 3.2 : Part des diplômées de l'enseignement supérieur dans quatre filières spécifiques, 2013 ou année la plus proche (%) 92

Figure 3.1 : Le syndrome du « tuyau percé » : part des femmes dans l'enseignement supérieur et la recherche, 2013 (%) 86
Figure 3.2 : Part des chercheuses par pays, 2013 ou année la plus proche (%) 88
Figure 3.3 : Part des femmes dans certaines institutions sud-africaines, 2011 (%) 90
Figure 3.4 : Part des femmes parmi les chercheurs employés dans le secteur des entreprises, 2013 ou année la plus proche (%) 96

Chapitre 4. Canada

Encadré 4.1 : Le Canada, la Chine et Israël s'apprêtent à partager un incubateur de recherche agricole 113
Encadré 4.2 : La recherche en génomique, une priorité croissante du Canada 120
Encadré 4.3 : Les Canadiens ont une attitude positive vis-à-vis de la science 123

Tableau 4.1 : Intentions de dépenses intérieures brutes de R&D au Canada par secteur d'exécution et par source de financement, 2013 et 2014 (%) 109
Tableau 4.2 : Personnel de R&D au Canada par secteur, 2008-2012 110
Tableau 4.3 : Dépenses de l'administration fédérale canadienne en science et technologie par objectif socioéconomique, 2011-2013 116
Tableau 4.4 : Priorités du gouvernement fédéral canadien pour 2007 et 2014 117
Tableau 4.5 : Réseaux de centres d'excellence au Canada par secteur, 2014 125

Figure 4.1 : Ratio DIRD/PIB au Canada, 2000-2013 (%) 107
Figure 4.2 : DIRD au Canada par source de financement, 2003-2013 108
Figure 4.3 : Dépenses de R&D des entreprises au Canada et dans d'autres pays de l'OCDE en pourcentage du PIB, 2013 ou année la plus récente (%) 109
Figure 4.4 : Les atouts du Canada en matière de science et technologie, de R&D industrielle et sur le plan économique 111
Figure 4.5 : Tendances en matière de publications scientifiques au Canada, 2005-2014 114
Figure 4.6 : Principaux ministères et organismes fédéraux canadiens à vocation scientifique 116
Figure 4.7 : Dépenses de R&D industrielle liées à l'énergie au Canada, 2009-2012 119
Figure 4.8 : Titulaires d'un doctorat au Canada et dans d'autres pays de l'OCDE, 2012 122
Figure 4.9 : Dépenses de R&D de l'enseignement supérieur en pourcentage du PIB au Canada et dans d'autres pays de l'OCDE, 2013 122

Chapitre 5. États-Unis d'Amérique

Encadré 5.1 : Le Partenariat pour l'accélération des traitements 134
Encadré 5.2 : Tendances industrielles dans les sciences de la vie aux États-Unis 136
Encadré 5.3 : Essor (et déclin ?) des chasseurs de brevets 146
Encadré 5.4 : Les milliardaires américains investissent de plus en plus dans la R&D 149

Tableau 5.1 : Paramètres du Partenariat pour l'accélération des traitements, 2014 134

Figure 5.1 : PIB par habitant, croissance du PIB et déficit du secteur public aux États-Unis, 2006-2015 129
Figure 5.2 : Ratio DIRD/PIB aux États-Unis, 2002-2013 (%) 130
Figure 5.3 : Répartition des DIRD aux États-Unis par source de financement, 2005-2012 130
Figure 5.4 : Budget de R&D des organismes publics aux États-Unis, 1994-2014 138
Figure 5.5 : Répartition proportionnelle des dépenses fédérales de R&D par discipline aux États-Unis, 1994-2011 (%) 140
Figure 5.6 : Sciences et ingénierie par État aux États-Unis, 2010 142
Figure 5.7 : Taux de survie des start-up américaines, 1977-2012 143
Figure 5.8 : Brevets en vigueur aux États-Unis, 2005 et 2013 147
Figure 5.9 : Brevets triadiques des États-Unis figurant dans la base de données de l'USPTO, 2002-2012 147
Figure 5.10 : Exportations de produits de haute technologie des États-Unis en part des exportations mondiales, 2008-2013 (%) 148
Figure 5.11 : Tendances en matière de publications scientifiques aux États-Unis, 2005-2014 150

Chapitre 6. CARICOM

Encadré 6.1 : L'Institut de recherche sur la médecine tropicale : une oasis dans le désert des politiques publiques 167
Encadré 6.2 : Bio-Tech R&D Institute Ltd valorise les plantes médicinales locales 169

Tableau 6.1 : Indicateurs socio-économiques des États membres de la CARICOM, 2014 ou année la plus proche 157
Tableau 6.2 : Aperçu de la gouvernance de la STI dans les États membres de la CARICOM, 2015 162

Figure 6.1 : Croissance économique dans les États membres de la CARICOM, 2002-2013 (%) 158
Figure 6.2 : PIB par secteur économique dans les États membres de la CARICOM, 2012 159
Figure 6.3 : Probabilité qu'un ouragan frappe les pays des Caraïbes au cours d'une année donnée, 2012 (%) 159
Figure 6.4 : Coûts de l'électricité pour les États membres de la CARICOM, 2011 160
Figure 6.5 : DIRD par secteur d'activité à la Trinité-et-Tobago, 2000-2011 163
Figure 6.6 : Dépenses publiques en faveur de l'éducation, 2012 ou année la plus proche 165
Figure 6.7 : Répartition hommes-femmes du personnel de l'Université des Indes occidentales, année universitaire 2009-2010 167
Figure 6.8 : Articles spécialisés rédigés par des scientifiques des Caraïbes, par institution, 2001-2013 168
Figure 6.9 : Tendances en matière de publications scientifiques dans les États membres de la CARICOM, 2005-2014 170
Figure 6.10 : Brevets de l'USPTO délivrés à des pays des Caraïbes, 2008-2013 172
Figure 6.11 : Exportations de haute technologie par les États membres de la CARICOM, 2008-2013 172

Chapitre 7. Amérique latine

Encadré 7.1 : Tenaris : une université d'entreprise facilitant l'acquisition de compétences industrielles en interne 184
Encadré 7.2 : Vers un espace commun du savoir pour l'Europe et l'Amérique latine 188
Encadré 7.3 : Les savoirs autochtones suscitent un intérêt croissant des politiques en Amérique latine 193
Encadré 7.4 : Ikiam : une université au cœur de l'Amazonie 203

Tableau 7.1 : Inventaire des instruments stratégiques opérationnels en matière de STI en Amérique latine, 2010-2015 180
Tableau 7.2 : Articles scientifiques sur les systèmes de savoirs autochtones, 1990-2014 192
Tableau 7.3 : Pourcentage d'entreprises manufacturières engagées dans des activités d'innovation en Amérique latine 195
Tableau 7.4 : Agences spatiales nationales et principaux fournisseurs nationaux de technologie spatiale en Amérique latine 198
Tableau 7.5 : Politiques réglementaires et incitations fiscales en matière d'énergie renouvelable en Amérique latine, 2015 199
Tableau 7.6 : Institutions latino-américaines et caribéennes affichant le plus grand nombre de publications scientifiques, 2010-2014 206

Figure 7.1 : Tendances en matière de croissance du PIB en Amérique latine, 2005-2009 et 2010-2014 175
Figure 7.2 : Corrélation entre les indicateurs de gouvernance et la productivité scientifique en Amérique latine, 2013 176
Figure 7.3 : Intensité technologique des exportations latino-américaines, 2013 178
Figure 7.4 : Tendances en matière d'enseignement supérieur en Amérique latine, 1996-2013 182
Figure 7.5 : Chercheurs (ETP) en Amérique latine, 1996-2013 184
Figure 7.6 : Chercheurs (ETP) en Amérique latine par milliers d'actifs, 2012 185
Figure 7.7 : Tendances en matière de DIRD en Amérique latine et dans les Caraïbes, 2006-2014 (%) 186
Figure 7.8 : Tendances en matière de publications scientifiques en Amérique latine et dans les Caraïbes, 2005-2014 189
Figure 7.9 : Demandes et octrois de brevets en Amérique latine, 2009-2013 194

Chapitre 8. Brésil

Encadré 8.1 : L'Institut brésilien de mathématiques pures et appliquées 212
Encadré 8.2 : Le Centre brésilien de recherche sur l'énergie et les matériaux 213
Encadré 8.3 : Sciences sans frontières 215
Encadré 8.4 : Investir dans l'efficacité énergétique, une obligation légale des entreprises au Brésil 221
Encadré 8.5 : L'innovation à la brésilienne : le cas de Natura 222
Encadré 8.6 : La FAPESP : un modèle de financement durable 228

Tableau 8.1 : Brevets d'invention délivrés par l'USPTO à des Brésiliens, 2004-2008 et 2009-2013 224

Figure 8.1 : PIB par habitant et taux de croissance du PIB au Brésil, 2003-2013 211
Figure 8.2 : Doctorats délivrés au Brésil, 2005-2013 215
Figure 8.3 : Les DIRD au Brésil par secteur de financement, 2004-2012 217
Figure 8.4 : Contribution du secteur brésilien des entreprises aux DIRD en pourcentage du PIB, 2012 (%) 217
Figure 8.5 : Proportion de chercheurs brésiliens ETP pour 1 000 personnes actives, 2001 et 2011 (%) 218
Figure 8.6 : Proportion de chercheurs ETP au Brésil, par secteur, 2001 et 2011 (%) 218
Figure 8.7 : Dépenses publiques de R&D au Brésil, par objectif socioéconomique, 2012 (%) 220
Figure 8.8 : Production d'électricité au Brésil, par type, 2015 221
Figure 8.9 : Tendances en matière de publications scientifiques au Brésil, 2005-2014 223
Figure 8.10 : Intensité relative des publications par rapport aux brevets déposés au Brésil, 2009-2013 224
Figure 8.11 : Impact relatif des publications scientifiques de São Paulo et du Brésil, 2000-2013 225
Figure 8.12 : Parts relatives des États du Brésil en matière d'investissement dans la science et la technologie 226

Chapitre 9. Union européenne

Encadré 9.1 : Le Conseil européen de la recherche : premier organisme paneuropéen de financement de la recherche de pointe 250
Encadré 9.2 : Galileo : le futur rival du GPS 256
Encadré 9.3 : Stratégie de l'Allemagne pour sa quatrième révolution industrielle 263
Encadré 9.4 : Ogden Trust : une organisation philanthropique au service de la physique au Royaume-Uni 268
Encadré 9.5 : Quel serait l'impact sur la recherche et l'innovation européennes de la sortie de l'UE du Royaume-Uni ? 269

Tableau 9.1 : Population, PIB et taux de chômage dans l'UE, 2013 231
Tableau 9.2 : Ratio DIRD/PIB dans les pays de l'UE28 en 2009 et 2013 et objectifs pour 2020 (%) 236
Tableau 9.3 : Les 50 premières entreprises mondiales en volume de R&D, 2014 239
Tableau 9.4 : Les 40 premières entreprises de l'UE en matière de R&D, 2011-2013 240
Tableau 9.5 : Position relative de l'UE dans les 2 500 premières entreprises mondiales en matière de R&D, 2013 240
Tableau 9.6 : Entreprises européennes et américaines dans différents secteurs à forte intensité de R&D, 2013 241
Tableau 9.7 : Progrès réalisés par les États membres de l'UE dans le respect des engagements de l'Union pour l'innovation en 2015 243
Tableau 9.8 : Structure et budget du programme Horizon 2020, 2014-2020 247
Tableau 9.9 : Nombre de projets du septième programme-cadre relatifs au développement durable, 2007-2013 248
Tableau 9.10 : Principaux indicateurs de mesure des progrès accomplis dans la réalisation des objectifs d'Europe 2020 concernant les enjeux sociétaux 249
Tableau 9.11 : Résultats des États membres de l'UE concernant les appels à propositions de recherche dans le cadre du septième programme-cadre, 2007-2013 252
Tableau 9.12 : Enveloppe budgétaire de la R&D dans les pays de l'Union européenne ventilée par objectifs socioéconomiques, 2013 (%) 254

Figure 9.1 : Ratio dette publique/PIB pour une sélection de pays de l'UE, 2008-2013 (%) 232
Figure 9.2 : Périodes de récession dans l'Union européenne, 2008-2014 233
Figure 9.3 : DIRD par source de financement et par secteur d'exécution, 2013 ou dernière année disponible (%) 237
Figure 9.4 : DIRDE en pourcentage du PIB dans l'UE, 2005 et 2013 (%) 238
Figure 9.5 : Emploi par intensité de R&D, 2005 et 2013 (%) 241
Figure 9.6 : Performances des régions de l'UE en matière d'innovation, 2004 et 2010 242
Figure 9.7 : Subventions octroyées par le Conseil européen de la recherche, 2013 251
Figure 9.8 : Adoption d'activités de STI par les nouveaux adhérents à l'UE, 2004-2013 257
Figure 9.9 : Tendances en matière de publications scientifiques dans l'Union européenne, 2005-2014 258
Figure 9.10 : Profil des publications dans l'Union européenne, 2008-2014 260
Figure 9.11 : Performance des publications dans l'Union européenne, 2008-2014 261

Chapitre 10. Europe du Sud-Est

Encadré 10.1 : La première stratégie d'innovation des Balkans occidentaux 275
Encadré 10.2 : L'Europe du Sud-Est prépare son avenir énergétique 276
Encadré 10.3 : En Croatie, un premier incubateur pour les start-up spécialisées dans les biosciences 288

Tableau 10.1 : Principaux indicateurs socioéconomiques pour l'Europe du Sud-Est, 2008 et 2013 273
Tableau 10.2 : Compétitivité mondiale de l'Europe du Sud-Est, 2012-2014 279
Tableau 10.3 : Capacité à retenir et à attirer les chercheurs en Europe du Sud-Est, 2014 279
Tableau 10.4 : Chercheurs en Europe du Sud-Est (personnes physiques) par million d'habitants et par sexe, 2005 et 2012 281
Tableau 10.5 : Chercheurs en Europe du Sud-Est (personnes physiques) par domaine et par sexe, 2012 281
Tableau 10.6 : Brevets, publications et paiements de redevances en Europe du Sud-Est, 2002-2010 282

Figure 10.1 : Ratio DIRD/PIB en Europe du Sud-Est, 2003-2013 (%) 278
Figure 10.2 : DIRD par habitant en Europe du Sud-Est, 2013 (%) 278
Figure 10.3 : DIRD en Europe du Sud-Est par source de financement, 2013 (%) 278
Figure 10.4 : Augmentation du nombre de diplômés de l'enseignement supérieur en Europe du Sud-Est, 2005-2012 280
Figure 10.5 : Nombre de chercheurs en Europe du Sud-Est, 2008 et 2013 280
Figure 10.6 : Chercheurs (ETP) en Europe du Sud-Est par secteur d'emploi, 2013 (%) 282
Figure 10.7 : Brevets délivrés par l'USPTO aux pays de l'Europe du Sud-Est, 2005-2008 et 2009-2012 282
Figure 10.8 : Tendances en matière de publications scientifiques en Europe du Sud-Est, 2005-2014 283

Chapitre 11. Association européenne de libre-échange

Encadré 11.1 : Recherche arctique dans le Svalbard 305
Encadré 11.2 : Le monde scientifique suisse face aux conséquences du vote sur l'immigration 308
Encadré 11.3 : Swissnex : la Suisse invente les consulats scientifiques 309

Tableau 11.1 : Comparaison des activités scientifiques des États de l'AELE, 2014 ou année la plus proche 300

Figure 11.1 : Tendances du PIB par habitant dans les pays de l'AELE, 2000-2013 298
Figure 11.2 : DIRD des pays de l'AELE par source de financement, 2007 et 2013 ou années les plus proches (%) 299
Figure 11.3 : Tendances en matière de publications scientifiques dans les pays de l'AELE, 2005-2014 302
Figure 11.4 : PIB des pays de l'AELE par secteur économique, 2013 ou année la plus proche (%) 304
Figure 11.5 : Chercheurs (en équivalent temps plein) dans les pays de l'AELE par secteur d'emploi, 2008 et 2013 ou années les plus proches (%) 304
Figure 11.6 : DIRD des pays de l'AELE par type de recherche, 2012 ou année la plus proche (%) 306

Chapitre 12. Pays du bassin de la mer Noire

Encadré 12.1 : l'Organisation de coopération économique de la mer Noire 314
Encadré 12.2 : Deux partenariats public-privé dans le secteur des TIC en Arménie 324
Encadré 12.3 : Évaluation de l'impact des technoparcs en Turquie 335
Encadré 12.4 : Une première pour l'Ukraine : le laboratoire central 338

Tableau 12.1 : Tendances socioéconomiques dans les pays de la mer Noire 313
Tableau 12.2 : Enseignement supérieur dans les pays de la mer Noire 316
Tableau 12.3 : Exportations de produits de haute technologie par les pays de la mer Noire, 2008 et 2013 321
Tableau 12.4 : Demandes de brevets émanant de pays de la mer Noire, 2001-2012 321
Tableau 12.5 : Principaux objectifs de développement de la Turquie pour 2018 et 2023 333

Figure 12.1 : Dépenses publiques dans l'enseignement en pourcentage du PIB (%) dans les pays de la mer Noire, 2012 ou année la plus proche 316
Figure 12.2 : Tendances concernant les chercheurs des pays de la mer Noire, 2001-2013 317

Figure 12.3 : Ratio DIRD/PIB dans les pays de la mer Noire, 2001-2013 318
Figure 12.4 : PIB par habitant et ratio DIRD/PIB dans les pays de la mer Noire, 2010-2013 (moyenne) 319
Figure 12.5 : DIRD dans la région de la mer Noire par secteur d'exécution, 2005 et 2013 320
Figure 12.6 : Tendances en matière de publications scientifiques dans les pays de la mer Noire, 2005-2014 322
Figure 12.7 : Répartition budgétaire des programmes publics de la République de Moldova en faveur de la R&D par priorité thématique, 2012 (%) 332

Chapitre 13. Fédération de Russie

Encadré 13.1 : Le Centre de l'innovation de Skolkovo : un paradis fiscal éphémère près de Moscou 354
Encadré 13.2 : La réforme de l'Académie des sciences 356

Tableau 13.1 : Indicateurs économiques de la Fédération de Russie, 2008-2013 343
Tableau 13.2 : Objectifs et cibles quantitatives à l'horizon 2018 des décrets présidentiels promulgués en mai 2012 en Fédération de Russie 345

Figure 13.1 : Tendances en matière de DIRD en Fédération de Russie, 2003-2013 346
Figure 13.2 : Tendances en matière de publications scientifiques en Fédération de Russie, 2005-2014 349
Figure 13.3 : Dépenses publiques dans l'éducation en Fédération de Russie, 2005, 2008 et 2013 351
Figure 13.4 : Ventilation des unités de R&D de la Fédération de Russie par type et par effectif, 2013 (%) 355
Figure 13.5 : Brevets liés aux nanotechnologies en Fédération de Russie, 2011-2015 357

Chapitre 14. Asie centrale

Encadré 14.1 : Trois programmes similaires 368
Encadré 14.2 : Le Caspian Energy Hub 377
Encadré 14.3 : Une université internationale de recherche pour le Kazakhstan 378
Encadré 14.4 : Des chercheurs ouzbeks et américains donnent de la valeur ajoutée économique à la fibre de coton 382
Encadré 14.5 : L'Institut du soleil du Turkménistan 385

Tableau 14.1 : Diplômes de doctorat en science et ingénierie obtenus en Asie centrale, 2013 ou année la plus proche 369
Tableau 14.2 : Répartition des chercheurs d'Asie centrale par discipline scientifique et par genre, 2013 ou année la plus proche 370
Tableau 14.3 : Objectifs de développement du Kazakhstan à l'horizon 2050 376
Tableau 14.4 : Les organismes de recherche les plus actifs en Ouzbékistan, 2014 381

Figure 14.1 : Tendances en matière de croissance du PIB en Asie centrale, 2000-2013 (%) 365
Figure 14.2 : Répartition du PIB des pays d'Asie centrale par secteur économique, 2005 et 2013 (%) 367
Figure 14.3 : Ratio DIRD/PIB en Asie centrale 2001-2013 367
Figure 14.4 : Répartition des chercheurs d'Asie centrale par discipline scientifique, 2013 (%) 370
Figure 14.5 : Répartition des chercheurs d'Asie centrale par secteur d'emploi (personnes physiques), 2013 (%) 371
Figure 14.6 : Tendances en matière de publications scientifiques en Asie centrale, 2005-2014 372

Chapitre 15. Iran

Encadré 15.1 : Position dominante de l'industrie automobile en Iran 399
Encadré 15.2 : Succès et revers de l'industrie pharmaceutique iranienne 401
Encadré 15.3 : Institut Royan : du traitement de la stérilité à la recherche sur les cellules souches 402

Tableau 15.1 : Principaux objectifs de l'Iran en matière d'éducation et de recherche à l'horizon 2025 393
Tableau 15.2 : Dépenses publiques de R&D en Iran par principales entités, 2011 400
Tableau 15.3 : Augmentation du nombre de parcs scientifiques et technologiques en Iran, 2010-2013 403

Figure 15.1 : Tendances en matière de publications scientifiques en Iran, 2005-2014 390
Figure 15.2 : Nombre d'étudiants inscrits dans des universités iraniennes, 2007 et 2013 396
Figure 15.3 : Nombre de titulaires de doctorat en Iran, par discipline et par sexe, 2007 et 2012 396
Figure 15.4 : Axes de recherche des entreprises iraniennes, 2006 et 2011 (%) 398
Figure 15.5 : Tendances en matière de nanotechnologie en Iran 404

Chapitre 16. Israël

Encadré 16.1 : Les Centres israéliens d'excellence pour la recherche 415
Encadré 16.2 : Israël lance une initiative en matière de cybersécurité 419
Encadré 16.3 : Gaz naturel : l'occasion de développer les technologies et les marchés 422

Tableau 16.1 : Flux d'IDE entrants et sortants en Israël, 2009-2013 410
Tableau 16.2 : Caractéristiques de la population active civile en Israël, 2013 411
Tableau 16.3 : Subventions du Bureau israélien du scientifique en chef, par programme de R&D, 2008-2013, en NSI 421

Figure 16.1 : PIB par habitant en Israël, 2009-2013 409
Figure 16.2 : Tendances en matière de ratio DIRD/PIB en Israël, 2006-2013 410
Figure 16.3 : Objectifs en matière d'emploi des minorités en Israël d'ici 2020 411
Figure 16.4 : Production annuelle par employé en Israël, 2000-2010 412
Figure 16.5 : DIRD en Israël par financement et secteur d'exécution, 2007 et 2011 (%) 413
Figure 16.6 : Dépenses publiques en R&D en Israël, par objectif socioéconomique important, 2007, 2010 et 2013 (%) 413
Figure 16.7 : DIRD par type de recherche en Israël, 2006 et 2013 (%) 414
Figure 16.8 : Proportion de femmes dans la population étudiante israélienne (2013) et au sein du personnel universitaire de haut niveau (2011) (%) 414
Figure 16.9 : Diplômés universitaires en Israël, par domaine d'étude, 2006-2007 et 2012/2013 416
Figure 16.10 : Part des dépenses destinées au secteur éducatif dans le PIB israélien, 2002-2011 (%) 417
Figure 16.11 : Tendances en matière de publications scientifiques en Israël, 2005-2014 418
Figure 16.12 : Capital-risque levé par des fonds israéliens, 2013 424
Figure 16.13 : Demandes nationales et étrangères de brevets déposées auprès de l'Office israélien des brevets, 1996-2012 425
Figure 16.14 : Demandes israéliennes de brevets déposées auprès de l'USPTO, 2002-2012 425

Chapitre 17. États arabes

Encadré 17.1 : Moderniser le canal de Suez 432
Encadré 17.2 : Adapter les programmes universitaires aux besoins du marché 437
Encadré 17.3 : Des subventions pour les inventeurs en herbe du Golfe 449
Encadré 17.4 : Dubaï « imprime » son premier bâtiment en 3D 452
Encadré 17.5 : Masdar City : ébauche des villes vertes de demain 453
Encadré 17.6 : Le projet SESAME illuminera bientôt la région 454
Encadré 17.7 : Le Maroc ambitionne d'être le leader africain des énergies renouvelables d'ici 2020 459

Tableau 17.1 : Indicateurs socioéconomiques pour les États arabes, 2008 et 2013 434
Tableau 17.2 : Chercheurs arabes (personnes physiques) par secteur d'emploi, 2013 ou année la plus proche (%) 441
Tableau 17.3 : Diplômés arabes de l'enseignement supérieur en science, ingénierie et agronomie, 2012 ou année la plus proche 441
Tableau 17.4 : Part des diplômées arabes en science, ingénierie et agronomie, 2014 ou année la plus proche (%) 442
Tableau 17.5 : Demandes de brevets dans les États arabes, 2010-2012 443
Tableau 17.6 : Objectifs en matière de STI en Libye d'ici 2040 457

Figure 17.1 : Dépenses militaires en pourcentage du PIB dans plusieurs États arabes, 2006-2013 433
Figure 17.2 : Estimation du prix du pétrole permettant d'équilibrer le budget des États membres de l'OPEP, 2014 435
Figure 17.3 : PIB par secteur économique dans le monde arabe, 2013 ou année la plus proche 436
Figure 17.4 : Afflux d'IDE en tant que part du PIB pour plusieurs économies arabes, 2006-2013 (%) 436
Figure 17.5 : Ratio DIRD/PIB dans le monde arabe, 2009 et 2013 ou années les plus proches (%) 439

Figure 17.6 : Techniciens et chercheurs ETP arabes par million d'habitants, 2013 ou année la plus proche 440
Figure 17.7 : Proportion de chercheuses arabes, 2013 (%) 440
Figure 17.8 : Dépenses publiques afférentes à l'éducation dans les États arabes, en pourcentage du PIB (%) 442
Figure 17.9 : Exportations de haute technologie du monde arabe, 2006, 2008, 2010 et 2012 443
Figure 17.10 : Tendances en matière de publications scientifiques dans les États arabes, 2005-2014 444
Figure 17.11 : Accès à l'Internet et abonnement à la téléphonie mobile dans les États arabes, 2013 448
Figure 17.12 : Étudiants égyptiens inscrits dans les universités publiques, 2013 (%) 450
Figure 17.13 : Répartition des bourses de recherche par le Conseil national de la recherche scientifique au Liban, 2006-2010 (%) 456

Chapitre 18. Afrique de l'Ouest

Encadré 18.1 : Le Réseau africain d'expertise en biosécurité 475
Encadré 18.2 : Une Communauté économique africaine d'ici 2028 477
Encadré 18.3 : L'Institut de l'Afrique de l'Ouest 478
Encadré 18.4 : Imposer les entreprises pour moderniser l'enseignement supérieur au Nigéria 493

Tableau 18.1 : Projet des Centres d'excellence africains, 2014 474
Tableau 18.2 : Les Centres d'excellence de l'UEMOA, 2012 474
Tableau 18.3 : Taux brut de scolarisation dans les pays de la CEDEAO, 2009 et 2012 (%) 479
Tableau 18.4 : Inscription dans l'enseignement supérieur en Afrique de l'Ouest, 2007 et 2012 (ou année disponible la plus proche) 480
Tableau 18.5 : Chercheurs (ETP) en Afrique de l'Ouest, 2012 ou année la plus proche 481

Figure 18.1 : Croissance économique en Afrique de l'Ouest, 2005-2013 (%) 471
Figure 18.2 : Trois principaux produits d'exportation en Afrique, 2012 473
Figure 18.3 : Doctorants d'Afrique de l'Ouest inscrits dans des domaines scientifiques et technologiques par sexe, 2007 et 2012 ou année la plus proche 480
Figure 18.4 : Ratio DIRD/PIB en Afrique de l'Ouest, 2011 ou année la plus proche (%) 481
Figure 18.5 : DIRD au Ghana et au Sénégal par secteur d'exécution, 2010 481
Figure 18.6 : Tendances en matière de publications scientifiques en Afrique de l'Ouest, 2005-2014 484
Figure 18.7 : Secteurs prioritaires du Plan national de développement de la Côte d'Ivoire à l'horizon 2015 487

Chapitre 19. Afrique orientale et centrale

Encadré 19.1 : Les réseaux de centres d'excellence en biosciences 506
Encadré 19.2 : Les centres d'excellence africains en sciences biomédicales 516
Encadré 19.3 : ActivSpaces et CiHub, tremplins des start-up au Cameroun 517
Encadré 19.4 : La Cité technologique de Konza, « Silicon Savannah » du Kenya 522
Encadré 19.5 : L'énergie géothermique au service du développement du Kenya 523
Encadré 19.6 : Le Fonds présidentiel pour l'innovation en Ouganda 524

Tableau 19.1 : Indicateurs socioéconomiques de l'Afrique subsaharienne, 2014 ou année la plus proche 500
Tableau 19.2 : Priorités d'investissement en Afrique subsaharienne, 2013 ou année la plus proche 504
Tableau 19.3 : Taux brut de scolarisation en Afrique orientale et centrale, par niveau, 2012 ou année la plus proche 510
Tableau 19.4 : Effectifs inscrits dans l'enseignement supérieur en Afrique subsaharienne, par niveau, 2006 et 2012 ou années les plus proches 511
Tableau 19.5 : DIRD en Afrique subsaharienne, 2011 513
Tableau 19.6 : Diplômés universitaires au Rwanda, 2012-2013 526

Figure 19.1 : Classement des 12 premiers pays producteurs de pétrole brut en Afrique, 2014 501
Figure 19.2 : Composition du PIB en Afrique subsaharienne, par secteur économique, 2013 (%) 502
Figure 19.3 : Proportion de chercheuses en Afrique subsaharienne, 2013 ou année la plus proche (%) 508
Figure 19.4 : Plates-formes technologiques en Afrique orientale et centrale, 2014 509

Figure 19.5 : Étudiants en science et en sciences de l'ingénieur au Cameroun et en Éthiopie, 2010 510
Figure 19.6 : Part des DIRD en Afrique subsaharienne par filière scientifique, 2012 ou année la plus proche (%) 512
Figure 19.7 : Nombre de chercheurs en Afrique subsaharienne, par million d'habitants (recensement), 2013 ou année la plus proche 513
Figure 19.8 : Tendances en matière de publications scientifiques en Afrique orientale et centrale, 2005-2014 514
Figure 19.9 : Ratio DIRD/PIB en Afrique orientale et centrale, 2013 ou année la plus proche (%) 519
Figure 19.10 : Répartition des domaines prioritaires pour la Transformation économique du Rwanda à l'horizon 2018 527

Chapitre 20. Afrique australe

Encadré 20.1 : La Déclaration de Gaborone sur le développement durable en Afrique 540
Encadré 20.2 : L'Afrique du Sud sélectionnée pour accueillir un radiotélescope 548
Encadré 20.3 : Un réseau d'instituts africains des sciences mathématiques 549
Encadré 20.4 : Le Fonds malawien d'appui à l'innovation 553
Encadré 20.5 : Les défis de la bio-industrie tanzanienne 558
Encadré 20.6 : Des technologies simples pour améliorer les maisons des Maasaï 561

Tableau 20.1 : Paysage social de l'Afrique australe 536
Tableau 20.2 : Paysage économique de l'Afrique australe 537
Tableau 20.3 : Planification de la STI dans les pays de la SADC 541
Tableau 20.4 : Classement dans les indices de KEI et de KI pour 13 pays de la SADC, 2012 543
Tableau 20.5 : Coopération scientifique bilatérale de l'Afrique du Sud en Afrique, 2015 547
Tableau 20.6 : Échanges internationaux de produits de haute technologie par les pays de la SADC, 2008-2013, en millions de dollars des États-Unis 548
Tableau 20.7 : Situation des systèmes d'innovation nationaux de la région de la SADC 550

Figure 20.1 : Dépenses publiques affectées à l'éducation en proportion du PIB en Afrique australe, 2012 ou année la plus proche (%) 536
Figure 20.2 : PIB des pays de la SADC par secteur économique, 2013 ou année la plus proche 538
Figure 20.3 : Ratio DIRD/PIB en Afrique australe, 2012 ou année la plus proche 541
Figure 20.4 : Chercheurs en Afrique australe (personnes physiques) par million d'habitants, 2013 ou année la plus proche 542
Figure 20.5 : Chercheuses en Afrique australe (personnes physiques), 2012 ou année la plus proche 543
Figure 20.6 : Tendances en matière de publications scientifiques dans les pays de la SADC, 2005-2014 544

Chapitre 21. Asie du Sud

Encadré 21.1 : Université d'Asie du Sud : mutualisation de l'investissement et des bénéfices 569
Encadré 21.2 : Concours régionaux pour l'octroi de bourses en Asie du Sud 572
Encadré 21.3 : Un enseignement supérieur de qualité au Bangladesh 581
Encadré 21.4 : Au Bangladesh, la technologie agricole augmentera la productivité 582
Encadré 21.5 : Les TIC au service de l'enseignement collaboratif au Bhoutan 584
Encadré 21.6 : Une application pour suivre une épidémie de dengue au Pakistan 589
Encadré 21.7 : Développement d'une industrie intelligente grâce à l'Institut sri-lankais de nanotechnologie 594

Tableau 21.1 : Nombre d'inscriptions aux études de troisième cycle au Bangladesh, au Pakistan et à Sri Lanka, 2009 et 2012 ou années les plus proches 571
Tableau 21.2 : Nombre d'inscriptions à l'université au Bangladesh et à Sri Lanka par discipline, 2010 et 2012 ou années les plus proches 571
Tableau 21.3 : Demandes de brevets en Asie du Sud, 2008 et 2013 575
Tableau 21.4 : Nombre de chercheurs (en équivalent temps plein) dans le secteur public pakistanais par employeur, 2011 et 2013 590

Figure 21.1 : PIB par habitant en Asie du Sud, 2005-2013 567
Figure 21.2 : Flux d'IDE entrants en Asie du Sud, en part du PIB, 2005-2013 (%) 568

Figure 21.3 : Dépenses publiques dans l'éducation en Asie du Sud, 2008 et 2013 ou années les plus proches....570
Figure 21.4 : Nombre d'internautes et d'abonnés à la téléphonie mobile par 100 habitants en Asie du Sud, 2013....572
Figure 21.5 : Ratio DIRD/PIB en Asie du Sud, 2006-2013....573
Figure 21.6 : Dépenses de R&D du secteur privé en Asie du Sud, 2010-2014....574
Figure 21.7 : Nombre de chercheurs (en personnes physiques) et de techniciens en Asie du Sud par million d'habitants et par sexe, 2007 et 2013 ou années les plus proches....575
Figure 21.8 : Tendances des publications scientifiques en Asie du Sud, 2005-2014....576
Figure 21.9 : Réforme ambitieuse des universités en Afghanistan....579
Figure 21.10 : PIB par secteur économique en Asie du Sud, 2013....582
Figure 21.11 : Nombre d'étudiants inscrits dans l'enseignement supérieur au Népal, 2011 et 2013....585
Figure 21.12 : Dotations budgétaires de la Commission de l'enseignement supérieur du Pakistan, 2009-2014....588
Figure 21.13 : Augmentation du nombre d'universités pakistanaises, 2001-2014....590
Figure 21.14 : Pourcentage de chercheurs sri-lankais (en équivalent temps plein) par secteur d'emploi, 2008 et 2010....592

Chapitre 22. Inde

Encadré 22.1 : L'innovation frugale en Inde....607
Encadré 22.2 : Le principal producteur mondial de riz paddy est indien....611
Encadré 22.3 : Dispositifs visant à améliorer l'enseignement supérieur en Inde....617

Tableau 22.1 : Entre optimisme et inquiétude : performances socioéconomiques de l'Inde, 2006-2013....599
Tableau 22.2 : Répartition des activités manufacturières et innovantes en Inde, 2010....604
Tableau 22.3 : Exportations de R&D et de services d'essai de l'Inde et de la Chine vers les États-Unis, 2006-2011....606
Tableau 22.4 : Exemples d'innovation frugale en Inde....608

Figure 22.1 : Tendances en matière de publications scientifiques en Inde, 2005-2014....601
Figure 22.2 : Tendances en matière de R&D des entreprises indiennes publiques et privées, 2005-2011 (%)....603
Figure 22.3 : Principaux acteurs de l'industrie indienne, 2010 (%)....603
Figure 22.4 : Tendances en matière de brevets indiens, 1997-2013....605
Figure 22.5 : Recettes, paiements et balance commerciale nette relatifs à l'utilisation des DPI, 2000-2014....606
Figure 22.6 : Part des entreprises étrangères dans la R&D réalisée en Inde (%), 2001-2011....607
Figure 22.7 : Dépenses publiques destinées aux principaux organismes scientifiques de l'Inde, 2010 (%)....609
Figure 22.8 : Évolution des rendements agricoles en Inde, 1980-2014....611
Figure 22.9 : Croissance de l'industrie biotechnologique en Inde, 2004-2014....612
Figure 22.10 : Exportations indiennes de produits manufacturés de haute technologie, 2000-2013....613
Figure 22.11 : Brevets de technologie énergétique verte octroyés à des inventeurs indiens, 1997-2012....614
Figure 22.12 : Chercheurs en équivalent temps plein (ETP) par secteur d'emploi et par sexe, 2005 et 2010....615
Figure 22.13 : Diplômés indiens en science, ingénierie et technologie, 2011-2012....616

Chapitre 23. Chine

Encadré 23.1 : Les villes intelligentes chinoises....622
Encadré 23.2 : Promouvoir le retour au pays de l'élite chinoise....630
Encadré 23.3 : Cultiver une nouvelle variété d'OGM : un mégaprogramme d'ingénierie....632
Encadré 23.4 : Contrôle et traitement de la pollution des masses d'eau : un mégaprogramme d'ingénierie....634
Encadré 23.5 : Grandes centrales nucléaires modernes : un mégaprogramme d'ingénierie....635

Tableau 23.1 : Tendances en matière de ressources humaines scientifiques et technologiques en Chine, 2003-2013....625
Tableau 23.2 : Les mégaprogrammes d'ingénierie de la Chine jusqu'en 2020....631

Figure 23.1 : Tendances en matière de PIB par habitant et de croissance du PIB en Chine, 2003-2014....622
Figure 23.2 : Ratios DIRD/PIB et DIRDE/PIB en Chine, 2003-2014 (%)....624
Figure 23.3 : Croissance des DIRD en Chine, 2003-2013....624
Figure 23.4 : DIRD par type de recherche en Chine, 2004, 2008 et 2013 (%)....625

Figure 23.5 : Demandes et délivrances de brevets aux inventeurs chinois et étrangers, 2002-2013 626
Figure 23.6 : Tendances en matière de publications scientifiques en Chine, 2005-2014 627
Figure 23.7 : Nombre cumulé d'étudiants chinois partant à l'étranger et de rapatriés, 1986-2013 631
Figure 23.8 : Priorités des programmes nationaux de recherche chinois, 2012 637

Chapitre 24. Japon

Encadré 24.1 : L'avion régional de Mitsubishi 647
Encadré 24.2 : Pourquoi le nombre de lauréats japonais de prix Nobel augmente-t-il depuis 2000 ? 655

Tableau 24.1 : Indicateurs socioéconomiques du Japon, 2008 et 2013 643
Tableau 24.2 : Collaboration entre les universités et l'industrie au Japon, 2008 et 2013 645
Tableau 24.3 : Tendances en matière de DIRD du Japon, 2008-2013 650
Tableau 24.4 : Activités relatives aux brevets au Japon, 2008 et 2013 656

Figure 24.1 : Nombre d'universités et d'étudiants au Japon, 2008, 2011 et 2014 648
Figure 24.2 : Dépenses de R&D du Japon par domaine, 2008 et 2013 651
Figure 24.3 : Nombre de chercheurs (personnes physiques) au Japon, 2008 et 2013 652
Figure 24.4 : Tendances en matière de programmes de master et de doctorat au Japon, 2008-2013 652
Figure 24.5 : Part des chercheuses au Japon par secteur et employeur, 2013 (%) 653
Figure 24.6 : Ventilation des heures de travail des chercheurs universitaires japonais, 2008 et 2013 653
Figure 24.7 : Tendances en matière de publications scientifiques au Japon, 2005-2014 654
Figure 24.8 : Production des industriels japonais délocalisée à l'étranger, 2000-2012 655
Figure 24.9 : Échanges commerciaux de produits technologiques et stock d'IDE du Japon, 2008 et 2013 656
Figure 24.10 : Progrès accomplis par le Japon concernant la réalisation des objectifs du Protocole de Kyoto, 2012 657

Chapitre 25. République de Corée

Encadré 25.1 : La Silicon Valley de la République de Corée 667
Encadré 25.2 : Brain Korea 21+ : la suite 672
Encadré 25.3 : Le Centre coréen de l'innovation 673

Tableau 25.1 : Tendances socioéconomiques en République de Corée, 2008-2013 661
Tableau 25.2 : Objectifs de R&D de la République de Corée pour 2012 et 2017 664

Figure 25.1 : Progression du ratio DIRD/PIB en République de Corée, 2002-2013 (%) 662
Figure 25.2 : Technologies stratégiques de la République de Corée pour 2013-2017 665
Figure 25.3 : DIRD en République de Corée, par source des fonds et en pourcentage du PIB, 2006-2013 (%) 666
Figure 25.4 : DIRD en République de Corée par source de financement, 2010 et 2013 (%) 666
Figure 25.5 : DIRD en République de Corée, par type de recherche, 2003-2013 666
Figure 25.6 : Tendances en matière de publications scientifiques en République de Corée, 2005-2014 668
Figure 25.7 : DIRD en République de Corée par objectif socioéconomique, 2013 (%) 669
Figure 25.8 : Dépôts dans les familles de brevets triadiques en République de Corée, 1999-2012 669
Figure 25.9 : Évolution du score de la République de Corée au classement de la compétitivité scientifique et technologique, 1999-2014 670
Figure 25.10 : Tendances parmi les chercheurs coréens (ETP), 2008-2013 671

Chapitre 26. Malaisie

Encadré 26.1 : Une plateforme multinationale pour stimuler l'innovation dans les domaines des appareils électriques et de l'électronique 681
Encadré 26.2 : Le secteur malaisien de l'huile de palme 683

Tableau 26.1 : Densité des industries de haute technologie en Malaisie, 2000, 2010 et 2012 681
Tableau 26.2 : Fabricants de semi-conducteurs à Penang et Kedah ayant des activités de R&D et/ou de conception de puces, 2014 684
Tableau 26.3 : Inscriptions à l'université en Malaisie, 2007 et 2010 685

Figure 26.1 : Croissance du PIB en Malaisie, 2002-2014 (%) 677
Figure 26.2 : Exemples d'instruments de financement public de l'innovation en Malaisie 679
Figure 26.3 : Ratio DIRD/PIB en Malaisie, 2008-2012 680
Figure 26.4 : Demandes et octrois de brevets en Malaisie, 1994-2014 682
Figure 26.5 : Principaux titulaires de brevets en Malaisie, 2010 682
Figure 26.6 : Principaux indicateurs du secteur malaisien de l'huile de palme, 2000-2014 683
Figure 26.7 : Tendances en matière de publications scientifiques en Malaisie, 2005-2014 686
Figure 26.8 : Chercheurs (ETP) par million d'habitants en Malaisie, 2008-2012 687
Figure 26.9 : Nombre d'étudiants internationaux préparant un diplôme en Malaisie, 2007 et 2012 688

Chapitre 27. Asie du Sud-Est et Océanie

Encadré 27.1 : Nouvelle-Zélande : s'affirmer grâce à la diplomatie scientifique 716
Encadré 27.2 : Du « riz sous-marin » pour les Philippines 718
Encadré 27.3 : Des modes innovants de financement de l'innovation à Singapour 721

Tableau 27.1 : Personnel de recherche en Asie du Sud-Est et en Océanie, 2012 ou année la plus proche 699
Tableau 27.2 : DIRD en Asie du Sud-Est et en Océanie, 2013 ou année la plus proche 703
Tableau 27.3 : Objectifs nationaux en matière d'énergie renouvelable pour une sélection d'États insulaires du Pacifique, 2013-2020 730
Tableau 27.4 : Cadre de croissance verte des Fidji, 2014 730

Figure 27.1 : PIB par habitant en Asie du Sud-Est et en Océanie, 2013 693
Figure 27.2 : Tendances en matière de croissance du PIB en Asie du Sud-Est et en Océanie, 2005-2013 694
Figure 27.3 : Accès à Internet et à la téléphonie mobile en Asie du Sud-Est et en Océanie, 2013 (%) 695
Figure 27.4 : Tendances en matière d'exportations de produits de haute technologie en Asie du Sud-Est et en Océanie, 2008 et 2013 696
Figure 27.5 : Tendances en matière d'enseignement supérieur en Asie du Sud-Est et en Océanie, 2013 ou année la plus proche 700
Figure 27.6 : Pourcentage de chercheuses (personnes physiques) en Asie du Sud-Est, 2012 ou année la plus récente 702
Figure 27.7 : Chercheurs (ETP) en Asie du Sud-Est et en Océanie, par secteur d'emploi, 2012 ou année la plus proche (%) 703
Figure 27.8 : Tendances en matière de publications scientifiques en Asie du Sud-Est et en Océanie, 2005-2014 704
Figure 27.9 : Stratégie de développement rectangulaire du Cambodge, 2013 711
Figure 27.10 : Tendances en matière de DIRD à Singapour, 2002-2012 720
Figure 27.11 : Dépenses publiques de R&D aux Fidji par objectif socioéconomique, 2007-2012 728

Annexes

Tableau S1 : Indicateurs socioéconomiques (plusieurs années) 746
Tableau S2 : Dépenses de R&D par secteur d'activité et source de financement, 2009 et 2013 (%) 752
Tableau S3 : Dépenses de R&D en pourcentage du PIB et en dollars en parité de pouvoir d'achat (PPA), 2009-2013 758
Tableau S4 : Dépenses publiques en faveur de l'enseignement supérieur, 2008 et 2013 761
Tableau S5 : Diplômés de l'enseignement supérieur, 2008 et 2013, et diplômés en sciences, sciences de l'ingénieur, agriculture et santé, 2013 764
Tableau S6 : Nombre total de chercheurs et chercheurs par million d'habitants, 2009 et 2013 770
Tableau S7 : Part des chercheurs par domaine scientifique, 2013 ou année la plus proche (%) 776
Tableau S8 : Publications scientifiques par pays, 2005-2014 779
Tableau S9 : Publications par domaine scientifique, 2008 et 2014 782
Tableau S10 : Articles scientifiques publiés avec la collaboration d'un ou plusieurs auteurs étrangers, 2008-2014 788

Avant-propos

Irina Bokova, *Directrice générale de l'UNESCO*

En 2015, l'Assemblée générale des Nations Unies a pris une mesure historique et visionnaire en adoptant le *Programme de développement durable à l'horizon 2030*. Pour la première fois à un tel niveau, le rôle de la science, de la technologie et de l'innovation a été explicitement reconnu comme un facteur essentiel de durabilité. La durabilité dépend en effet de la capacité des États à mettre la science au cœur de leurs stratégies nationales de développement et à renforcer leurs capacités et leurs investissements afin de relever des défis parfois encore inconnus. Cet engagement rejoint l'essence même du mandat de l'UNESCO et résonne pour moi comme un appel à l'action alors que nous célébrons le 70e anniversaire de l'Organisation.

Cette édition du *Rapport de l'UNESCO sur la science* représente selon moi un tremplin pour faire progresser le Programme de développement durable à l'horizon 2030, car il donne un précieux aperçu des préoccupations et des priorités des États membres et présente des informations indispensables pour exploiter la puissance de la science et la mettre au service de la durabilité.

Le *Rapport de l'UNESCO sur la science* dresse un tableau exhaustif des nombreuses facettes de la science dans un monde de plus en plus complexe, comme par exemple les tendances en matière d'innovation et de mobilité, les questions relatives aux mégadonnées et l'utilisation des connaissances autochtones et locales pour répondre aux défis mondiaux.

Depuis le *Rapport de l'UNESCO sur la science 2010*, certaines tendances se sont clairement dégagées. Premièrement, malgré la crise financière, la dépense mondiale en recherche et développement (R&D) a progressé plus vite que la croissance économique, ce qui est un signe de la confiance placée dans la science comme source de bénéfices futurs. Une grande partie de ces investissements concernent la recherche appliquée et sont initiés par le secteur privé. Cela témoigne d'une transformation des comportements caractérisée par une réduction des dépenses publiques dans les pays à revenu élevé, un maintien voire une hausse des financements du secteur privé et une augmentation de l'investissement public des pays à faible revenu dans la R&D. Jamais la question de trouver un juste équilibre entre les avancées scientifiques rapides et l'investissement public à long terme dans la recherche fondamentale à haut risque en vue d'élargir le champ des découvertes scientifiques n'a autant été d'actualité.

Deuxièmement, les disparités Nord-Sud se réduisent en matière de recherche et d'innovation, alors que de nombreux pays inscrivent désormais la science, la technologie et l'innovation dans leurs objectifs de développement, de façon à réduire leur dépendance à l'égard des ressources naturelles et à engager une transition vers des économies du savoir. La collaboration Nord-Sud et Sud-Sud s'intensifie également afin de résoudre les problèmes les plus urgents du développement durable, notamment le changement climatique.

Troisièmement, le monde compte de plus en plus de scientifiques, et ceux-ci sont de plus en plus mobiles. Le nombre de chercheurs et de publications dans le monde a augmenté de plus de 20 % entre 2007 et 2014. Un nombre croissant de pays mettent en place des politiques visant à augmenter le nombre de femmes dans la recherche. Par ailleurs, les scientifiques publient davantage dans les revues scientifiques internationales et coécrivent aussi davantage avec des partenaires étrangers. On dispose aujourd'hui d'un plus grand nombre d'articles en libre accès. Quel que soit leur niveau de revenu, de nombreux pays s'efforcent d'attirer et de retenir les chercheurs en revalorisant les études supérieures et les infrastructures de recherche et en mettant en place de nouvelles bourses d'études et des visas scientifiques. Les entreprises privées délocalisent leurs laboratoires de recherche et certaines universités créent des

campus à l'étranger afin de disposer d'une réserve de compétences plus importante.

Dans ce contexte, le défi consiste à s'appuyer sur ces évolutions de plus en plus rapides en matière d'entreprise et de connaissances scientifiques, de mobilité et de coopération internationale pour éclairer la prise de décisions en matière de politiques et mettre le monde sur une voie de développement plus durable.

Pour ce faire, il est indispensable de renforcer les liens entre science et politique et d'encourager sans relâche l'innovation. La réalisation de nombreux Objectifs de développement durable dépendra non seulement de la diffusion de la technologie mais également de la capacité des pays à collaborer entre eux au service de la science.

C'est à mon avis le principal défi des années à venir en matière de « diplomatie scientifique », et l'UNESCO fera pleinement valoir son mandat scientifique afin de soutenir ses États membres, de renforcer leurs capacités et de diffuser les informations essentielles, qui vont de la gestion durable de l'eau aux politiques de technologie et d'innovation.

La particularité de ce rapport tient au fait qu'il réunit les contributions de plus de 50 experts du monde entier, ce qui lui donne une vision nette du paysage scientifique mondial. Je suis convaincue que cette analyse apportera une pierre à l'édifice d'un développement plus durable pour jeter les bases de sociétés du savoir plus inclusives à travers le monde.

Irina Bokova







Perspectives sur les nouveaux enjeux



Des étudiants internationaux révisent avec des étudiants indiens sur le campus de l'Institut indien de management à Bangalore. *Photo : © Atul Loke*

Des universités de plus en plus tournées vers l'international

Patrick Aebischer, *Président de l'École polytechnique fédérale de Lausanne, Suisse*

Concurrence au sein d'une même famille internationale

À l'heure où j'écris ces lignes, en juin 2015, 9,5 millions d'étudiants sont en train de passer le *gaokao* (高考), le concours chinois d'entrée à l'université. Quel meilleur exemple pour illustrer la place prépondérante de l'enseignement supérieur à l'aube du XXIe siècle ? Plus que jamais, nous sommes aujourd'hui convaincus que les connaissances et les compétences acquises à l'université sont indispensables au bien-être individuel, mais également pour la santé économique et sociale des villes, des pays et des régions.

Les universités, en plus d'assumer leur rôle traditionnel aux échelles locale et nationale, sont devenues les institutions d'un monde globalisé. Les réponses aux défis internationaux (énergie, eau, sécurité alimentaire, urbanisation, changement climatique, etc.) reposent de plus en plus sur les innovations technologiques et les conseils avisés de la communauté scientifique adressés aux décideurs. La contribution des instituts de recherche et des universités aux rapports du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat et à la déclaration de Consensus for Action[1] montre bien le rôle décisif que ces institutions jouent dans les affaires internationales. En outre, les universités de recherche attirent des industries novatrices. Les entreprises comme Google et Tata ne parviennent à prospérer qu'à proximité de grands instituts de recherche, et c'est cette combinaison gagnante qui favorise l'émergence d'écosystèmes entrepreneuriaux dynamiques comme la Silicon Valley aux États-Unis et Bangalore en Inde, berceaux de l'innovation et de la réussite économique.

Les universités elles-mêmes sont devenues des acteurs planétaires. Elles rivalisent de plus en plus entre elles afin d'attirer des financements, des professeurs et des étudiants talentueux[2]. C'est à l'échelle mondiale que se forge la réputation d'une université. Cette tendance devrait s'accélérer avec la révolution numérique, qui confère aux universités de niveau mondial une présence encore plus importante sur la scène internationale grâce à leurs formations en ligne.

Des classements mondiaux d'universités, qui ont fait leur apparition ces 10 dernières années, témoignent de cette évolution. Ils reflètent à la fois l'existence d'une concurrence internationale, mais aussi la présence d'une véritable famille mondiale d'universités. Le Classement académique des universités mondiales (ARWU), établi tous les ans, a été publié pour la première fois en juin 2003 par le Centre de recherche sur les universités de niveau mondial de l'Université Jiao Tong de Shanghai, en Chine. Très rapidement, d'autres classements internationaux ont vu le jour : le QS World University Rankings et le Times Higher Education World University Rankings. Ces palmarès universitaires internationaux sont souvent sujets à discussion, mais ils ne passent jamais inaperçus.

À quoi reconnaît-on une université de niveau mondial ? Elle possède une masse critique de talents (à la fois au sein du corps enseignant et chez les étudiants) et est autonome, y compris sur le plan administratif ; elle offre une liberté académique en matière d'enseignement et de recherche, incluant le droit à la pensée critique ; elle responsabilise les jeunes chercheurs en leur donnant la possibilité de diriger leur propre laboratoire ; et elle possède des ressources suffisantes pour fournir un environnement global propice à l'apprentissage et à la recherche de pointe. Parmi les institutions les mieux classées, certaines sont des universités occidentales réputées, sur lesquelles les universités plus récentes pourraient prendre exemple. La plupart des universités ne figurent pas dans ces palmarès internationaux, mais elles jouent cependant un rôle important sur le plan éducatif, à l'échelle locale.

Ces 10 dernières années, de nombreuses nouvelles universités, en particulier asiatiques, sont entrées dans le classement des 500 meilleurs établissements du palmarès ARWU, qui reste néanmoins dominé par les universités américaines. Cette période a été marquée par l'avènement d'un monde académique de plus en plus multipolaire, comme l'évoquait déjà le *Rapport de l'UNESCO sur la science 2010*.

Toutefois, si la rivalité entre les universités constitue l'une des caractéristiques principales de cette ère nouvelle, la coopération entre les scientifiques en est une autre. Ces dernières années, la collaboration scientifique longue distance est devenue la norme, les chercheurs vivant désormais dans un monde hyperconnecté. Ce phénomène peut être mesuré notamment en examinant les copublications d'articles scientifiques. Le classement universitaire 2015 réalisé par l'Université de Leyde, aux Pays-Bas, sur la capacité des établissements à collaborer à distance, montre que 6 des 10 premières universités se trouvent en Afrique et en Amérique latine, tandis que l'Université d'Hawaï (États-Unis) occupe la première place.

L'essor fulgurant de la mobilité des cerveaux

Le nombre d'étudiants est en plein boom à l'échelle mondiale, et la demande en éducation supérieure de qualité plus forte que jamais. La population étudiante devrait plus que doubler pour atteindre 262 millions d'ici 2025. Les économies émergentes compteront à elles seules près de 63 millions d'étudiants supplémentaires. Cette hausse se concentrera dans les nouveaux pays industrialisés, dont plus de la moitié en Chine et en Inde. La mobilité des étudiants et des cerveaux atteint aujourd'hui des taux inédits, de même que l'internationalisation des universités. 4,1 millions de jeunes, soit 2 % des étudiants dans le monde, faisaient leurs études à l'étranger en 2013[3]. Ce chiffre pourrait lui aussi doubler d'ici 2025 pour atteindre 8 millions. Compte tenu de ce taux très faible, la « fuite des cerveaux » ne devrait pas mettre en danger l'innovation nationale : c'est pourquoi la mobilité des cerveaux doit être facilitée au maximum. Les universités du monde entier devraient rester très prisées, sur fond de baisse des aides publiques dans la plupart des pays.

1. Consensus scientifique adressé aux décideurs mondiaux sur la nécessité du maintien des systèmes de soutien de la vie de l'humanité ; ce projet est administré par l'Université de Stanford (États-Unis). Voir http://consensusforaction.stanford.edu.

2. Par exemple, la Malaisie espère devenir avant 2020 la sixième destination principale des étudiants d'université internationaux ; entre 2007 et 2012, le nombre d'étudiants internationaux dans ce pays a presque doublé, dépassant 56 000. Voir chapitre 26.

3. Ce chiffre mondial dissimule d'importantes disparités entre les régions. Voir figure 2.12.

Les gains de productivité seront au rendez-vous malgré la forte concurrence qui règne dans les milieux scientifiques. L'émergence des réseaux universitaires, grâce auxquels les institutions peuvent faire connaître leurs facultés, leurs formations et leurs projets, est particulièrement prometteuse.

Combler le déficit de l'innovation : une priorité qui a du sens

La création et le transfert des connaissances scientifiques sont essentiels à l'instauration d'une prospérité et d'une intégration socioéconomiques durables dans l'économie mondiale. À long terme, aucune économie, régionale ou nationale, ne pourra se contenter de « consommer » les nouveaux savoirs. Elles seront aussi tenues d'en créer. Les universités devront contribuer à combler l'écart en matière d'innovation : les transferts de technologie devront être inscrits au rang des priorités de l'enseignement supérieur, au même titre que l'enseignement et la recherche.

Il est cependant regrettable que de nombreux pays d'Afrique et d'Asie se montrent aujourd'hui moins innovants qu'au début des années 1990, et ce malgré leur dynamisme économique. Une étude des brevets homologués entre 1990 et 2010 révèle que deux milliards de personnes résident dans des régions accusant un retard en matière d'innovation. Ce recul est toutefois éclipsé par la formidable croissance de l'Inde et de la Chine[4]. Cette dernière est ainsi à elle seule à l'origine de près d'un tiers des 2,6 millions de brevets déposés dans le monde en 2013.

Jeunesse, droit de la propriété intellectuelle et innovation inversée

L'absence de dépôt de nouveaux brevets dans de nombreux pays ne s'explique pas par un manque d'esprit d'entreprise, comme l'illustrent de nombreux exemples (par exemple réinvention de la banque mobile en Afrique), mais plutôt par les faibles ressources financières des universités, qui ne peuvent, dans ces circonstances, assumer le coût de la recherche et des transferts de technologie. Selon Bloom (2006), cette négligence relative est (du moins en partie) imputable à la communauté internationale du développement, qui n'a pas incité les États africains à privilégier l'enseignement supérieur. Selon les estimations, le marché du travail devrait accueillir 11 millions de jeunes Africains supplémentaires par an au cours des dix prochaines années ; il faut donc tout mettre en œuvre pour appuyer leurs idées, explique Boateng (2015). S'ils veulent obtenir des emplois de qualité dans le contexte économique qui est le nôtre aujourd'hui, les jeunes auront besoin de compétences et de connaissances, mais devront aussi faire preuve d'une véritable volonté d'innover. Une meilleure prise de conscience quant à la valeur de la propriété intellectuelle s'impose également.

Les universités doivent recourir à des technologies adaptées (ou essentielles) afin de créer ensemble les conditions optimales de l'innovation collaborative et « inversée ». L'objectif de ces technologies de pointe (donc attrayantes pour les chercheurs) et à bas coût (donc adaptées aux innovateurs et aux entrepreneurs) est d'être viables à la fois sur le plan économique, social et environnemental.

L'École polytechnique fédérale de Lausanne est à l'origine d'une telle initiative : son programme EssentialTech met en œuvre des technologies essentielles dans le cadre d'une chaîne de valeur complète (compréhension des besoins, suivi de l'impact réel des technologies et contribution à leur viabilité à long terme). Pour exercer un impact réel et pérenne, ces technologies doivent impérativement prendre en compte les facteurs scientifiques, économiques, sociétaux, environnementaux et institutionnels. Une approche interdisciplinaire, multiculturelle et collaborative s'impose dans ce contexte, de même que des partenariats entre le secteur privé, les pouvoirs publics et la société civile, et plus particulièrement avec des parties prenantes issues de pays à revenu faible et intermédiaire. Des initiatives similaires ont été mises en œuvre ou sont actuellement développées par de nombreuses universités du monde entier.

L'internationalisation grâce à la révolution numérique

La révolution numérique est un nouveau moyen pour les universités de s'ouvrir à l'international et d'atteindre un public mondial, qui ne se limite pas à leur campus. L'informatique en nuage et le recours aux superordinateurs ont déjà transformé le paysage de la recherche, tout comme le traitement des mégadonnées. Ces technologies ont donné naissance à des projets coopératifs d'envergure mondiale, tels que le Projet génome humain dans les années 1990 et, plus récemment, le projet « Cerveau humain »[5]. Ces projets favorisent un travail scientifique collaboratif en réseau, réunissant les chercheurs, les patients et les citoyens. Dans le domaine éducatif, cette révolution prend de plus en plus la forme de cours en ligne ouverts à tous (MOOC). Certaines universités de niveau mondial ont compris ce que les MOOC pouvaient leur apporter en termes de visibilité et de réputation, et ont commencé à proposer de telles formations.

Deux facteurs ont contribué à l'essor rapide des MOOC (Escher *et al.*, 2014). En premier lieu, le développement des technologies numériques : l'utilisation des ordinateurs portables, des tablettes et des smartphones s'est démocratisée dans de nombreux pays, et la pénétration de l'Internet à large bande augmente sur tous les continents. D'autre part, les « enfants du numérique » sont désormais en âge d'entrer à l'université et sont complètement à l'aise avec l'utilisation généralisée des réseaux sociaux pour leurs communications personnelles. Le nombre d'universités de niveau mondial engagées dans cette innovation numérique ne cesse de croître, à l'instar du nombre d'étudiants inscrits : Coursera, un fournisseur de MOOC, a pratiquement vu le nombre de ses étudiants doubler, passant de 7 millions en avril 2014 à 12 millions aujourd'hui. Contrairement aux précédentes plateformes éducatives en ligne, le coût des MOOC n'est pas à la charge des étudiants mais de l'institution organisatrice, ce qui renforce l'attrait pour ce type de formations. Grâce aux MOOC, chaque université a la possibilité de déployer ses enseignements auprès d'un public international : par exemple, l'École polytechnique fédérale de Lausanne compte 10 000 étudiants sur son campus, mais ses MOOC totalisent près d'un million d'inscrits venus du monde entier.

4. Voir les chapitres 22 (Inde) et 23 (Chine).

5. Il s'agit de l'un des projets phares en matière de technologies futures et émergentes (FET Flaships) à l'horizon 2023 de la Commission européenne. Voir https://www.humanbrainproject.eu.

Réduire les inégalités d'accès à l'éducation grâce aux MOOC

Dans les années à venir, des formations de qualité et abordables pourront être proposées partout dans le monde, grâce aux MOOC. L'enseignement sur place restera un aspect fondamental de la vie étudiante, mais les universités devront s'adapter à la concurrence internationale et à la demande croissante des étudiants de bénéficier de cours de qualité dispensés par des établissements prestigieux. Il est certain que des universités qui partagent leurs cours magistraux, complétés par des séminaires et des exercices spécifiques à chaque site, feront partie du paysage éducatif en 2020. Les MOOC favoriseront la cocréation et la coproduction de ces cours par des universités partenaires. Il serait également possible d'envisager de fournir un ensemble de conférences introductives en ligne de grande qualité à un réseau d'institutions partenaires. En outre, les MOOC pourraient contribuer à réduire les inégalités d'accès à l'éducation grâce à des modules de connaissances en accès libre, conçus par les plus grands spécialistes et déposés sur une plateforme de type Wikipédia.

L'essor des MOOC pourrait également donner naissance à de nouveaux programmes éducatifs. Pour le moment, les MOOC consistent en des formations individuelles, mais il serait possible, à l'avenir, de les associer en vue de créer des programmes certifiés. Les universités, parfois sous forme de réseaux, décideront des modalités de certification, et éventuellement du partage des recettes. Les formations certifiées revêtent une importance fondamentale dans l'enseignement professionnel, car les employeurs s'intéressent de plus en plus aux compétences de leurs futurs salariés plutôt qu'aux diplômes officiels obtenus. Grâce aux MOOC, l'apprentissage tout au long de la vie, primordial dans les sociétés du savoir, est en passe de devenir une cible globalement réalisable.

Initialement, les universités craignaient qu'un petit nombre d'établissements dynamiques de niveau mondial s'approprient le secteur des MOOC pour asseoir leur pouvoir et instaurer une certaine homogénéité, mais nous constatons en fait que ces formations en ligne deviennent des outils de coopération, de coproduction et de diversité. Si la concurrence entre les universités, qui cherchent à proposer les meilleurs cours, est bien réelle, il n'existe pas pour autant de domination monolithique.

Vers un partenariat entre les universités

Pendant de nombreuses années, et à juste titre, l'enseignement primaire a constitué le défi principal en matière d'éducation. Il est désormais temps de reconnaître, en parallèle, l'importance fondamentale de la recherche et des compétences que seules les universités peuvent offrir aux étudiants dans le cadre d'une formation initiale ou permanente.

Partout dans le monde, des universités établiront des partenariats afin de coproduire, se réapproprier, intégrer, combiner et certifier des cours. Voici à quoi ressemblera l'université de demain : une entreprise internationale à plusieurs niveaux, possédant un campus dynamique, plusieurs antennes situées chez des partenaires stratégiques et une présence virtuelle mondiale. L'École polytechnique fédérale de Lausanne fait partie des universités qui se sont déjà engagées sur cette voie.

RÉFÉRENCES

Bloom, D., Canning, D. et Chan, K. (2006) *Higher Education and Economic Development in Africa*. Banque mondiale : Washington, D.C.

Boateng, P. (2015) Africa needs IP protection to build knowledge economies, *SciDev.net*.

Escher, G., Noukakis, D. et Aebischer, P. (2014) Stimuler l'enseignement supérieur en Afrique grâce aux cours en ligne ouverts et massifs (CLOM ou MOOCs), in : *Education, Learning, Training : Critical Issues for Developmen*t. Revue internationale de politique de développement, série n° 5. Publications de l'Institut de hautes études internationales et du développement : Genève (Suisse), Brill-Nijhoff : Boston (États-Unis), p. 195-214.

Toivanen, H. et Suominen, A. (2015) The global inventor gap: distribution and equality of worldwide inventive effort, 1990–2010, *PLoS ONE*, 10(4) : e0122098. DOI :10.1371/journal.pone.012209.



Des étudiants en physique, originaires d'Espagne, d'Iran, du Sénégal, du Venezuela et du Viet Nam, profitent d'une séance d'étude improvisée sur la terrasse du Centre international de physique théorique Abdus Salam de l'UNESCO, en Italie, en 2012. En 2013, 4,1 millions d'étudiants faisaient leurs études à l'étranger.
© Roberto Barnaba/CIPT

Une démarche scientifique plus axée sur le développement

Bhanu Neupane, *Spécialiste du programme, Secteur de la communication, UNESCO*

Science 2.0 : la révolution des données

Les données sont à la fois la matière première et le principal produit de toute recherche scientifique. La révolution scientifique des données a permis au web 2.0 et à la science 2.0 d'évoluer ensemble. L'Internet deuxième génération (web 2.0) a en effet facilité le partage d'informations et la collaboration entre les internautes, et le mouvement de « science ouverte » deuxième génération (science 2.0) s'est appuyé sur ces nouvelles technologies web pour partager plus rapidement ses recherches avec un plus large éventail de collaborateurs. Cette intensification de l'interconnexion, du partage d'informations et de la réutilisation des données a contribué à l'adoption d'une conception plus moderne de la science. La science 2.0 gagne peu à peu en maturité et commence à remplacer les méthodes traditionnelles d'enseignement et d'apprentissage de la science. Cette réorientation, essentiellement caractérisée par la production et l'utilisation exponentielles de données à des fins scientifiques, a à la fois favorisé et tiré parti de cette révolution des données (Groupe consultatif d'experts indépendants sur la révolution des données pour le développement durable, 2014).

Une science de plus en plus participative

Les chercheurs et les universitaires partagent aujourd'hui leurs données brutes et leurs résultats de recherche sur des plates-formes web collaboratives où ces informations pourront être utilisées et exploitées par la communauté scientifique mondiale. Les mégadonnées générées pour réaliser des projections climatiques à partir d'une modélisation à l'échelle planétaire sont un bon exemple de ce type de recherche collaborative (Cooney, 2012). De telles recherches justifient l'utilisation d'importants volumes de données assimilées et compilées dans différentes régions du monde afin de résoudre des problèmes locaux. Cette « régionalisation » des mégadonnées permet de faire le lien entre les effets mondiaux et locaux en combinant données locales et données à plus grande échelle. Autre exemple, le projet de génétique du riz 3K RGP 2014, récemment numérisé et librement accessible, qui donne un accès virtuel aux données du séquençage du génome de 3 000 variétés de riz dans 89 pays. Les chercheurs locaux peuvent utiliser ces informations de façon à améliorer les variétés de riz en les adaptant à l'exploitation agricole locale afin d'augmenter les rendements annuels et, de ce fait, la croissance économique nationale.

Ensemble, les outils en ligne et la défense d'une culture de « science ouverte » aux niveaux institutionnel et national ont favorisé l'accumulation et le partage de mégadonnées au sein de banques de connaissances virtuelles. Ces partages de métadonnées permettront par exemple de réaliser des projections des conditions météorologiques utilisables localement et de mettre au point des variétés qui s'adapteront au mieux au climat. C'est pourquoi les études menées dans diverses disciplines scientifiques sont de plus en plus interdépendantes et font appel à des volumes de données de plus en plus importants. Ce phénomène a dynamisé la science et donné lieu à deux types de pratiques scientifiques.

De la recherche fondamentale aux grands projets scientifiques

La découverte scientifique, autrefois axée sur la recherche fondamentale, s'intéresse désormais aux grands projets scientifiques « utiles » afin de résoudre les problèmes les plus urgents du développement, reconnus pour bon nombre d'entre eux comme des objectifs de développement durable des Nations Unies. La recherche fondamentale conserve toutefois une importance considérable pour toutes les découvertes scientifiques futures. La découverte de la structure en double hélice de l'ADN par Watson et Crick en 1953 en est un parfait exemple, puisqu'elle a jeté les bases des travaux réalisés par la suite dans les domaines de la génétique et de la génomique. Autre exemple plus récent : le séquençage du génome humain, achevé en 2003 dans le cadre du Projet génome humain. Si l'identification des 25 000 gènes composant l'ADN humain répondait au départ à une simple quête de connaissances, le séquençage des paires de bases correspondantes a été entrepris dans le cadre de ce projet pour percer les mystères de la variation génétique afin d'améliorer le traitement des maladies génétiques.

Les réseaux informatiques et les interactions en ligne facilitant le partage d'informations scientifiques en temps réel ont peu à peu encouragé les chercheurs du monde entier à accéder à ces résultats et à s'en servir en les adaptant localement pour relever des défis sociaux. Le milieu international de la recherche n'a plus pour objectif de découvrir un nouvel élément à ajouter au tableau périodique ou un triplet de nucléotides codant pour un acide aminé. Aujourd'hui, les chercheurs voient plus loin et s'efforcent d'utiliser la recherche pour trouver des solutions à des problèmes susceptibles, à terme, de menacer l'existence humaine, qu'il s'agisse des pandémies mondiales, des problèmes liés à l'eau, de l'insécurité alimentaire et énergétique ou encore du changement climatique. Le volume des subventions actuellement allouées à la recherche appliquée témoigne de cette réorientation des priorités en faveur des grands projets scientifiques. Les chercheurs investissent plus qu'avant pour transformer les découvertes de la recherche fondamentale en produits ou technologies commercialement viables et durables susceptibles d'avoir un impact socioéconomique positif.

Sans la coopération des citoyens, l'ouverture des données n'a aucun intérêt social

Dans cette transition entre la recherche fondamentale et une recherche appliquée et axée sur le développement, les technologies de la science 2.0 ont entraîné une autre évolution en facilitant l'accès des scientifiques aux mégadonnées. Cet accès aux mégadonnées peut tout d'abord être défini en termes de participation des citoyens. Si l'on veut utiliser la recherche fondamentale pour améliorer l'existence humaine, le meilleur moyen d'identifier les besoins et les difficultés de la population et de servir les intérêts de la société est d'associer les citoyens eux-mêmes aux processus de développement. La science ne peut être inclusive que si elle fait participer tous les acteurs à tous les niveaux (administrations, milieu universitaire et grand public). L'accès aux mégadonnées peut par ailleurs être défini en termes

d'ouverture des données. Les citoyens ne peuvent pas participer si la science n'est pas ouverte et transparente. Sans la coopération des citoyens, l'ouverture des données n'a aucun intérêt social puisque les besoins locaux en matière de régionalisation et d'intégration des données ne sont pas connus. Un projet scientifique régional visant à déterminer l'impact local d'une augmentation des niveaux de pollution, par exemple, ne peut aboutir que si les citoyens peuvent informer les scientifiques de leur état de santé en temps réel grâce à une plateforme virtuelle faisant d'eux des participants actifs mais informels du projet. De plus en plus, on considère que les découvertes permettant d'améliorer les systèmes d'alerte précoce (notamment les modèles de simulation 3D) sont plus importantes que celles qui améliorent la capacité à gérer le relèvement après une catastrophe.

La démarche interconnectée et futuriste adoptée par la science aujourd'hui a donc redéfini les pratiques scientifiques pour les rendre plus ouvertes et plus inclusives. Les interactions entre enseignants et étudiants dans les laboratoires de recherche ont cédé la place aux interactions virtuelles. À l'heure actuelle, de nombreuses expériences invitent les citoyens à accéder aux mégadonnées scientifiques, mais également à y contribuer en temps réel grâce à des plateformes virtuelles. Ils peuvent ainsi influencer les procédés scientifiques, et parfois même les processus décisionnels gouvernementaux ayant une incidence sur leur vie quotidienne. Ce type de démarche permet au grand public de participer de façon informelle à la collecte et à l'analyse des mégadonnées et d'influer sur l'adaptation d'une technologie de développement occidentale aux besoins locaux d'une communauté dans un pays en développement, par exemple. La population s'instruit peu à peu et les citoyens participent de plus en plus à la résolution des problèmes de la recherche appliquée. Le terme « science citoyenne » désigne la participation publique de citoyens qui contribuent activement à la recherche, en mettant par exemple des données expérimentales et des infrastructures à la disposition des chercheurs. Cela favorise une plus grande interaction entre la science, la politique et la société, et donc une recherche plus ouverte, transdisciplinaire et démocratique.

Le projet de gestion des services écosystémiques actuellement mis en œuvre par l'UNESCO et ses partenaires, qui présente des liens évidents avec la réduction de la pauvreté, est un exemple de science citoyenne. Ce projet combine les notions innovantes de la gouvernance adaptative et les progrès technologiques réalisés en matière de science citoyenne et de coproduction de connaissances. Plusieurs observatoires environnementaux virtuels permettent ainsi aux communautés marginalisées et vulnérables de prendre part à la résolution de divers problèmes environnementaux locaux (Buytaert *et al.,* 2014).

La promotion d'une culture de science ouverte et d'inclusion via l'accès aux mégadonnées est à la base de la reproductibilité scientifique. Cependant, cela soulève également la question de la responsabilité à l'égard des actions qui influencent ou résultent du libre accès aux données, et des mesures à prendre pour assurer le respect des droits de propriété intellectuelle et éviter le chevauchement des recherches ou l'utilisation abusive de ces données (non-respect des obligations en matière de citation ou restrictions concernant l'utilisation commerciale, par exemple).

Les chercheurs sont submergés d'informations

Entre les machines de séquençage du génome capables de lire un ADN de chromosome humain (environ 1,5 gigaoctet de données) en une demi-heure et les accélérateurs de particules comme le Grand collisionneur de hadrons de l'Organisation européenne pour la recherche nucléaire (CERN), qui génère près de 100 téraoctets de données par jour, les technologies évoluent à toute allure et les chercheurs sont submergés d'informations (Hannay, 2014).

Une récente enquête réalisée par le projet DataONE dans le milieu de la recherche révèle que 80 % des scientifiques sont prêts à partager leurs données avec d'autres chercheurs ou enseignants (Tenopir *et al.*, 2011). Un nombre croissant de chercheurs, notamment ceux qui travaillent dans des domaines à forte concentration de données, se demandent en revanche comment gérer et contrôler au mieux le partage de leurs données et où fixer la limite entre la transparence des données au nom de l'intérêt social et le risque d'une « explosion de données » incontrôlable.

Éviter l'explosion incontrôlée des mégadonnées

Les dépenses mondiales dans la recherche scientifique se sont élevées à 1 480 milliards de dollars en parité de pouvoir d'achat (PPA) en 2013 (voir chapitre 1), et les investissements réalisés pour publier ces recherches se chiffrent à plusieurs milliards de dollars PPA (Hannay, 2014).

Dans certains domaines de recherche interdisciplinaires très collaboratifs, notamment la nanobiotechnologie, l'astronomie ou la géophysique, d'importantes quantités de données sont régulièrement partagées et consultées afin d'interpréter, de comparer et d'exploiter de manière collaborative les résultats des recherches précédentes. Il faudrait donc allouer des ressources à la définition, à la mise en œuvre et à la promotion d'une gouvernance des mégadonnées et à la mise en place de protocoles de partage des mégadonnées et de politiques de gouvernance des données aux plus hauts niveaux de la collaboration scientifique formelle. Même à l'échelle du grand public, si les données étaient partagées sans aucun contrôle dans l'espoir de rendre la science plus accessible, les citoyens risqueraient de se retrouver submergés d'informations scientifiques qu'ils ne pourraient ni comprendre, ni utiliser. La création de mégadonnées scientifiques doit donc aller de pair avec la sécurité et le contrôle des données afin d'assurer le bon fonctionnement d'une culture scientifique ouverte et inclusive.

Un atelier sur la gouvernance des données, organisé en 2011 par la communauté internationale Creative Commons dans l'État de Virginie (États-Unis), a défini la gouvernance des données dans le cadre de grands projets scientifiques comme « un système de décisions, de droits et de responsabilités qui détermine qui est responsable des mégadonnées et quelles méthodes utiliser pour les gérer (législations et politiques relatives aux données, mais également stratégies de contrôle et de gestion de la qualité des

données dans le cadre d'une organisation) »[1]. La gouvernance des données peut s'appliquer à la fois au niveau traditionnel (universités) et au niveau virtuel (entre différentes disciplines scientifiques ou dans le cadre de grands projets internationaux de recherche collaborative).

Un code de déontologie pour le numérique ?

La gouvernance des mégadonnées concerne tous les acteurs intervenant dans le domaine de la recherche : institutions de recherche, pouvoirs publics et bailleurs de fonds, entreprises commerciales et grand public. Différents acteurs peuvent contribuer à différents niveaux. Aux niveaux les plus formels, les pouvoirs publics pourraient ainsi élaborer des politiques de gouvernance des données en collaboration avec les instituts de recherche affiliés aux niveaux national et international. Pour éduquer les citoyens à la gouvernance des mégadonnées, des ressources éducatives et des cours sur mesure pourraient être proposés sous forme de classes virtuelles destinées aux étudiants, aux chercheurs, aux bibliothécaires, aux archivistes, aux administrateurs d'universités, aux éditeurs, etc. Le récent atelier sur la gouvernance des données expliquait également comment intégrer ce type de formation dans la création d'un code de déontologie du numérique qui présenterait les bonnes pratiques en matière de science citoyenne (citation et description appropriée des données, notamment).

Soumettre les banques de connaissances en libre accès à des accords sur l'utilisation des données, des conditions d'utilisation et des politiques ciblant les bailleurs de fonds permettrait de contrôler la recherche, la consultation et le téléchargement de ces données au niveau mondial. On pourrait ainsi orienter la recherche de données scientifiques et différencier l'investigation informatique formelle (au niveau de la communauté scientifique et de la collaboration entre chercheurs) et informelle (au niveau des citoyens).

Mégadonnées et libre accès au service du développement durable

Compte tenu de l'évolution des pratiques scientifiques (transition progressive vers la science virtuelle), les mégadonnées issues de la recherche scientifique et librement accessibles pourraient tout à fait être utilisées et traitées de façon à contribuer à la réalisation des objectifs de développement durable adoptés en 2015. Les Nations Unies considèrent les données comme un élément essentiel de la prise de décision et de la responsabilité. En effet, en l'absence de données de qualité apportant l'information voulue au moment voulu, il est presque impossible d'élaborer des politiques efficaces et d'en assurer le suivi et l'évaluation. Il sera pourtant nécessaire d'analyser, de suivre et d'élaborer de telles politiques pour relever les défis rencontrés par l'humanité, retranscrits dans les 17 objectifs de développement durable déclinés en 169 cibles qui constituent le *Programme de développement durable à l'horizon 2030*.

En sa qualité d'institution spécialisée, l'UNESCO s'est elle-même engagée à faire du libre accès et de l'ouverture des données un de ses principaux programmes d'action pour atteindre les objectifs de développement durable. Un exercice de cartographie[2] entrepris en mai 2015 permet de comprendre l'impact de la science ouverte et du libre accès aux mégadonnées scientifiques sur les objectifs de développement durable, dont l'élaboration repose sur l'interconnexion qui existe entre la grande orientation sur l'accès au savoir adoptée en 2005 par le Sommet mondial sur la société de l'information et la fourniture durable de biens et de services sociaux à des fins d'amélioration des conditions de vie et de réduction de la pauvreté.

RÉFÉRENCES

Buytaert, W., Zulkafli, Z., Grainger, S., Acosta, L., Alemie, T.C., Bastiaensen, J., De Bièvre, B., Bhusal, J., Clark, J., Dewulf, A., Foggin, M., Hannah, D. M., Hergarten, C., Isaeva, A., Karpouzoglou, T., Pandeya, B., Paudel, D., Sharma, K., Steenhuis, T. S., Tilahun, S., Van Hecken, G. et Zhumanova, M. (2014) Citizen science in hydrology and water resources: opportunities for knowledge generation, ecosystem service management and sustainable development, *Frontiers in Earth Science*, 2(26).

Cooney, C. M. (2012) Downscaling climate models: sharpening the focus on local-level changes, *Environmental Health Perspectives*, 120(1). Janvier.

Groupe consultatif d'experts indépendants (2014) A World That Counts: Mobilising a Data Revolution for Sustainable Development, Rapport du Groupe consultatif d'experts indépendants sur la révolution des données pour le développement durable, à la demande du Secrétaire général des Nations Unies : New York.

Hannay, T. (2014) Science's big data problem, *Wired*. Août. Voir www.wired.com/insights/2014/08/sciences-big-data-problem

Tenopir, C., Allard, S., Douglass, K., Avdinoglu, A. U., Wu, L., Read, E., Manoff, M. et Frame, M. (2011) Data sharing by scientists: practices and perceptions, *PloS ONE :* DOI: 10.1371/journal.pone.0021101.

1. Voir le rapport final de cet atelier : https://wiki.creativecommons.org/wiki/Data_governance_workshop.

2. Voir www.itu.int/net4/wsis/sdg/Content/wsis-sdg_matrix_document.pdf.

La science, un élément clé de la réalisation du *Programme 2030*

Le* Programme de développement durable à l'horizon 2030** ***a été adopté le 25 septembre 2015 lors du Sommet des Nations Unies sur le développement durable. Ce nouveau programme comprend 17 objectifs de développement durable (ODD), qui remplacent les objectifs du Millénaire pour le développement adoptés en 2000. Quel rôle jouera la science[1] dans la réalisation du Programme 2030 ? Quelles sont les difficultés et les opportunités associées ? Le présent article d'opinion[2] tente de répondre à ces questions.

La science, un élément indispensable au développement durable

Puisque les États ont convenu que le *Programme 2030* devait être le reflet d'une vision intégrée du développement durable, la science touche pratiquement tous les objectifs définis dans ce programme. La *Déclaration*, les *Moyens de mise en œuvre* et un grand nombre des cibles accompagnant les objectifs de développement durable comportent également des dispositions relatives à la science, notamment en ce qui concerne les investissements nationaux dans la science, la technologie et l'innovation, la promotion de la recherche fondamentale, l'enseignement et les connaissances scientifiques de même que les paragraphes du *Programme 2030* relatifs au suivi et à l'examen.

La science constitue un élément indispensable pour relever les défis du développement durable : elle pose les bases de nouvelles approches, solutions et technologies qui nous permettent d'identifier, de clarifier et de nous attaquer aux problèmes locaux et mondiaux. La science offre des réponses mesurables et reproductibles et constitue ainsi le fondement de la prise de décisions éclairées et de la mise en œuvre d'études d'impact efficaces. La science, à la fois dans son champ d'études et dans ses applications, couvre plusieurs domaines : la compréhension des processus naturels et l'impact de l'activité humaine sur ces derniers ; l'organisation des systèmes sociaux ; et la contribution de la science aux questions de santé et de bien-être, ainsi qu'à de meilleures stratégies de subsistance, nous permettant ainsi d'atteindre le premier objectif visant à éliminer la pauvreté.

Face aux défis du changement climatique, la science a déjà proposé quelques solutions en faveur d'un approvisionnement en énergie sûr et durable, mais il reste possible d'innover davantage, par exemple dans le domaine du développement et du stockage de l'énergie ou de l'efficience énergétique. Ces initiatives se rapportent directement aux ODD 7 (énergie propre et d'un coût abordable) et 13 (mesures relatives à la lutte contre les changements climatiques).

Toutefois, la transition vers un développement durable ne peut reposer uniquement sur l'ingénierie et les sciences technologiques. Les sciences humaines et sociales jouent elles aussi un rôle clé dans l'adoption d'un mode de vie durable. Elles identifient et analysent les raisons sous-jacentes qui orientent les décisions prises aux niveaux personnel, sectoriel et sociétal, comme l'illustre l'ODD 12 (consommation et production responsables). Les sciences humaines et sociales encouragent également un discours critique à propos des problèmes et des aspirations de la société, et permettent de débattre des priorités et des valeurs qui déterminent les processus politiques, ce qui est au centre de l'ODD 16 (paix, justice et institutions efficaces).

La plus grande précision des prévisions météorologiques est un exemple de réussite scientifique, les prévisions à cinq jours étant aujourd'hui aussi fiables que l'étaient les précisions à 24 heures il y a quarante ans. Des prévisions à plus long terme restent néanmoins nécessaires, de même que des applications plus locales. La diffusion des prévisions relatives aux phénomènes météorologiques extrêmes, tels que les fortes pluies, les crues soudaines et les ondes de tempête, est elle aussi indispensable, ces événements touchant particulièrement les pays les moins développés d'Afrique et d'Asie. Ces besoins se rapportent à l'ODD 13 (mesures relatives à la lutte contre les changements climatiques).

Bien que la vaccination et les antibiotiques aient permis d'enrayer de nombreuses maladies infectieuses ces dernières décennies, la résistance accrue des agents pathogènes aux antimicrobiens demeure inévitable (OMS, 2014 ; NAS, 2013). De plus, de nouveaux pathogènes mutent ou font leur apparition. Afin de promouvoir la santé et le bien-être de l'être humain, il est primordial d'envisager de nouvelles méthodes de traitement, reposant à la fois sur la recherche fondamentale pour étudier l'origine de la résistance aux antibiotiques, et la recherche appliquée en vue de développer de nouveaux antibiotiques et de nouvelles alternatives. Ces problématiques entrent dans le cadre de l'ODD 3 (bonne santé et bien-être).

Recherche fondamentale et appliquée : les deux faces d'une même médaille

À la fois indissociables et interdépendantes, la recherche fondamentale et la recherche appliquée sont les deux faces d'une même médaille (CIUS, 2004). Comme l'explique Max Planck (1925), le savoir doit précéder l'application ; plus notre savoir sera précis, plus les résultats que nous pourrons en tirer seront riches et pérennes (CIUS, 2004). C'est la curiosité de l'inconnu qui motive la recherche fondamentale, plutôt qu'une application pratique directe. La recherche fondamentale implique une réflexion hors des sentiers battus. Elle permet l'acquisition de nouvelles connaissances et offre de nouvelles perspectives qui pourront, elles, aboutir à des applications concrètes. La recherche fondamentale exige du temps et de la patience et représente de ce fait un investissement sur le long terme, mais il s'agit d'une condition préalable à toute avancée scientifique. En retour, les nouvelles connaissances acquises pourront aboutir à des applications scientifiques concrètes qui constitueront peut-être un grand pas en avant pour l'humanité. La recherche fondamentale et la recherche appliquée se complètent donc l'une l'autre pour offrir des

1. « Science » s'entend ici au sens large de science, technologie et innovation (STI), un terme qui couvre à la fois les sciences naturelles, technologiques, humaines et sociales.

2. Cet article d'opinion s'appuie sur un document stratégique intitulé *The Crucial Role of Science for Sustainable Development and the Post-2015 Development Agenda: Preliminary Reflection and Comments by the Scientific Advisory Board of the UN Secretary-General.* Ce document, mis à jour depuis, a été présenté lors de la session de haut niveau du Conseil économique et social des Nations Unies, consacrée aux objectifs de développement durable et aux processus associés, qui s'est tenue à New York le 4 juillet 2014.

solutions novatrices aux obstacles se dressant sur la route du développement durable.

Il existe d'innombrables exemples de telles idées porteuses de transformation. En médecine, la découverte de l'origine bactérienne de certaines maladies a favorisé le développement de la vaccination, ce qui a permis de sauver de nombreuses vies. De même, nous ne sommes pas passés directement de la bougie à l'éclairage électrique ; cette transition s'est déroulée en plusieurs étapes, grâce à la découverte de nouveaux concepts et d'avancées sporadiques. En physique, l'accélérateur de particules est un autre exemple illustrant les retombées positives inattendues d'une invention. Initialement conçu pour faire avancer la recherche fondamentale, cet outil est aujourd'hui couramment utilisé dans les grands centres médicaux, où il produit des rayons X, des protons, des neutrons ou des ions lourds à des fins de diagnostic et de traitement de maladies comme le cancer. Des millions de patients bénéficient de cette technologie.

Il n'existe par conséquent aucune opposition ou concurrence entre la recherche fondamentale et la recherche appliquée, mais seulement des possibilités de synergie. Ces considérations sont au cœur de l'ODD 9 (industrie, innovation et infrastructure).

La science, un art universel au même titre que la musique

La science, à l'instar de la musique, est universelle. C'est une langue que nous pouvons partager par-delà les frontières politiques et culturelles. Par exemple, plus de 10 000 physiciens originaires de 60 pays travaillent ensemble au sein du Laboratoire européen pour la physique des particules (CERN), en Suisse, animés d'une même passion et motivés par des objectifs communs. Dans les universités du monde entier, de nouveaux programmes d'enseignement supérieur de premier et deuxième cycles sont conçus pour apprendre à ceux qui, demain, devront résoudre des problèmes d'envergure internationale, à travailler de manière interdisciplinaire, à différentes échelles et sur plusieurs zones géographiques. Dans ce contexte, la science influence la collaboration dans le domaine de la recherche, la diplomatie scientifique et la paix, ce qui correspond également à l'ODD 16.

La science joue un rôle clé dans le domaine de l'éducation. La pensée critique qui accompagne l'enseignement scientifique est essentielle pour entraîner l'esprit à comprendre le monde dans lequel nous vivons, faire des choix et résoudre des problèmes. Les connaissances scientifiques constituent la base des solutions à nos problèmes quotidiens : elles limitent les probabilités de malentendus en favorisant une compréhension commune. Les connaissances scientifiques et le renforcement des capacités doivent être encouragés dans les pays à revenu faible ou intermédiaire, en particulier ceux où les avantages de la science ne sont pas suffisamment reconnus et où les ressources scientifiques font souvent défaut, car cette situation entraîne une dépendance envers des pays plus avancés sur le plan scientifique et plus industrialisés. Ainsi, la science a également un rôle à jouer dans la réalisation de l'ODD 4 (éducation de qualité).

La science, un bien public

La science pour le bien public ne suscite pas uniquement des changements porteurs de transformation sur la voie du développement durable. Elle représente également un moyen de franchir les frontières politiques, culturelles et psychologiques, et contribue ainsi à poser les bases d'un monde pérenne. La science peut promouvoir les pratiques démocratiques quand les découvertes sont diffusées et partagées librement, et accessibles par tous. Par exemple, Internet, le World Wide Web, a été inventé pour simplifier l'échange d'informations entre les chercheurs travaillant dans les laboratoires de l'Organisation européenne pour la recherche nucléaire (CERN), en Suisse. Depuis, le Web a révolutionné la manière d'accéder aux informations dans le monde entier. En tant que centre de recherche public, le CERN a préféré rendre le Web librement accessible à tout un chacun, plutôt que de déposer un brevet pour son invention.

La nécessité d'une approche intégrée

Si nous voulons que le programme de développement pour l'après-2015 transforme réellement la situation, il est indispensable de respecter le caractère indissociable des défis que les objectifs de développement durable cherchent à résoudre. C'est la conclusion à laquelle est arrivé le Groupe de travail ouvert sur les objectifs de développement durable, convoqué par l'Assemblée générale des Nations Unies lors des négociations officielles qui ont donné lieu à l'élaboration du *Programme 2030*. La division artificielle du *Programme 2030* en objectifs, qui repose sur des approches disciplinaires, peut s'avérer nécessaire à des fins de compréhension, de mobilisation des ressources, de communication et de sensibilisation du public, mais on ne saurait trop insister sur la complexité et la forte interdépendance des trois dimensions du développement durable : économique, sociale et environnementale.

Pour illustrer la forte corrélation entre ces trois dimensions, considérons les éléments suivants : l'alimentation, la santé, l'égalité des sexes, l'éducation et l'agriculture relèvent toutes de plusieurs objectifs de développement durable et sont tous étroitement liés. Il est impossible d'être en bonne santé sans une alimentation adaptée, elle-même étroitement liée à l'agriculture, qui fournit des aliments nutritifs (ODD 2, faim « zéro »). L'agriculture, cependant, a un impact sur l'environnement, et donc sur la biodiversité (au centre des ODD 14 et 15 sur la vie aquatique et la vie terrestre, respectivement) ; on estime en effet que l'agriculture est le principal facteur de déforestation lorsqu'elle est mal gérée. Les femmes sont au cœur des questions liées à la santé, à l'alimentation et à l'agriculture. Dans les zones rurales, elles sont chargées de la production quotidienne de nourriture et de l'éducation des enfants. Par manque d'éducation et donc d'accès au savoir, certaines femmes ignorent les corrélations décrites précédemment. De plus, dans certaines cultures, leur bien-être est souvent pénalisé lorsqu'elles sont considérées comme des citoyens de seconde zone. La promotion de l'égalité des sexes et l'autonomisation des femmes vivant dans les zones rurales revêtent donc une importance capitale pour parvenir à des avancées dans tous les domaines décrits précédemment et juguler une croissance démographique non viable. La science est bien placée pour construire des passerelles permettant d'établir de tels liens, dans le contexte de l'ODD 5 sur l'égalité entre les sexes.

Le principe « Une seule santé » est un autre exemple illustrant les corrélations entre les pratiques agricoles, la santé et l'environnement. Ce concept défend l'idée selon laquelle la santé humaine et la santé animale sont étroitement liées. Cet argument

Perspectives sur les nouveaux enjeux

peut être démontré, par exemple, par le fait que les virus touchant les animaux peuvent contaminer les humains, comme dans le cas du virus Ebola ou de la grippe (par exemple, la grippe aviaire).

Compte tenu du caractère interdisciplinaire de la science dans le contexte du développement durable, le Conseil consultatif scientifique du Secrétaire général des Nations Unies a souligné l'importance d'une coopération renforcée entre les différents domaines scientifiques. Il a également insisté sur la nécessité de présenter clairement et fermement la science comme un élément indispensable à la réussite du *Programme 2030*. Les États devraient reconnaître les capacités de la science à fédérer plusieurs systèmes de connaissances, disciplines et découvertes, et à contribuer à une base de connaissances solide, en vue de la réalisation des objectifs de développement durable.

RÉFÉRENCES

CIUS (2004) ICSU Position Statement: The Value of Basic Scientific Research, Conseil international pour la science : Paris.

NAS (2013) *Antibiotics Research: Problems and Perspectives*. Académie allemande des sciences Leopoldina : Hambourg (Allemagne).

Nations Unies (2013) *Statistics and Indicators for the Post-2015 Development Agenda.* Équipe spéciale du système des Nations Unies sur l'Agenda de développement de l'après 2015 : New York.

Nations Unies (2012) *L'avenir que nous voulons.* Résolution de l'Assemblée générale A/RES/66/288, paragr. 247.

OMS (2014) *Réponse à la résistance aux antimicrobiens : analyse mondiale de la situation dans les pays*. Organisation mondiale de la Santé : Genève.

Planck, M. (1925) *La Nature de la lumière,* Traduction française de la conférence donnée à la Société Kaiser-Wilhelm pour le progrès des sciences : Berlin.



La science au service d'un monde durable et juste : un nouveau cadre pour la politique scientifique mondiale ?

Heide Hackmann, *Conseil international pour la science,*
et Geoffrey Boulton, *Université d'Édimbourg*

Le défi des bouleversements mondiaux

Au fil des années, l'ampleur et les répercussions de l'exploitation humaine du système terrestre apparaissent plus clairement pour les scientifiques qui les étudient et pour le grand public qui tente de les appréhender. Le capital naturel de la Terre produit un dividende annuel de ressources qui constitue à la fois le socle de l'économie humaine et le système vital des habitants de la planète. Toutefois, du fait de la croissance de la population mondiale et de sa consommation cumulée, ce capital productif est de plus en plus grignoté. Deux activités humaines se distinguent à cet égard : le développement historique de sources d'énergie toujours plus abondantes afin d'alimenter la société et d'autre part la surexploitation et la surconsommation de ressources à la fois non renouvelables et surtout renouvelables. Non seulement ces activités ne sont pas durables, mais elles ont engendré de nouveaux dangers. Leurs conséquences sont graves, et potentiellement désastreuses pour les générations futures. Certains scientifiques utilisent le terme « Anthropocène » pour désigner l'époque où nous vivons, car l'influence de l'être humain est devenue une force géologique déterminante (Zalasiewicz *et al.*, 2008 ; CISS et UNESCO, 2013).

L'impact des activités humaines à l'échelle locale se transmet à toute la planète par les océans, l'atmosphère et les réseaux culturels, économiques, commerciaux et de transport mondiaux. Inversement, ces systèmes de transmission mondiaux ont un impact local dont l'ampleur varie en fonction de la situation géographique. La corrélation complexe qui existe de ce fait entre les phénomènes sociaux et biogéophysiques a reconfiguré l'écologie mondiale, et la pauvreté, l'inégalité et les conflits font désormais partie intégrante de cette nouvelle configuration. Cette corrélation présente de nombreuses interdépendances et des relations non linéaires et chaotiques qui peuvent se développer différemment selon le contexte. Par conséquent, toute tentative de résolution d'un problème concernant un aspect de cette écologie aura nécessairement une incidence sur d'autres aspects. Le monde est donc confronté à des problèmes environnementaux, socioéconomiques, politiques et culturels majeurs, et ces problèmes convergents doivent être envisagés dans leur globalité afin que chacun soit correctement pris en compte.

La société compte toutefois sur la science pour résoudre ces problèmes au plus vite et de manière à la fois durable et juste, ce qu'illustrent parfaitement les objectifs de développement durable des Nations Unies. Relever ce défi nécessitera la coopération de personnes de différentes cultures et de leurs dirigeants ; cela exigera des mesures mondiales pour lesquelles ni la communauté scientifique, ni le monde politique, ni le grand public ne sont prêts pour l'instant. De nombreux secteurs de la société devront s'impliquer dans ce processus, mais la communauté scientifique aura un rôle particulier à jouer.

Avant tout, il est impératif de déconnecter la croissance (ou même la stagnation économique) de l'impact environnemental. Il apparaît de plus en plus clairement que le meilleur moyen d'y parvenir serait la généralisation de diverses technologies éprouvées ou réalisables à des coûts de plus en plus compétitifs et l'adoption de systèmes opérationnels et de modèles économiques fonctionnant dans un cadre économique et réglementaire favorable. Outre ces transitions technologiques nécessaires, la société doit s'adapter mais également trouver des solutions pour transformer en profondeur les systèmes socioéconomiques et les valeurs et croyances sur lesquelles ils reposent, ainsi que les comportements, les pratiques sociales et les modes de vie qu'ils perpétuent.

Compte tenu de ces réalités mondiales complexes, il est absolument impératif d'encourager une véritable évolution de la contribution de la science aux politiques et aux pratiques publiques.

Remise en question et évolution de la science

Ces vingt dernières années, on a peu à peu pris conscience que pour élaborer et mettre en œuvre des politiques publiques efficaces et équitables, il était nécessaire d'instaurer le dialogue et la coopération avec le public de manière bilatérale. Cependant, l'échelle et l'ampleur internationale du défi présenté ci-dessus exigent une approche bien plus complexe (voir par exemple Tàbara, 2013). Généralement, ces approches transcendent les frontières entre les différentes disciplines (sciences physiques, sociales, humaines, médicales, ingénierie et sciences de la vie) en vue d'une plus grande interdisciplinarité ; elles favorisent une collaboration réellement mondiale en s'ouvrant aux scientifiques du monde entier ; elles font progresser de nouvelles méthodes de recherche pour analyser des problèmes multidisciplinaires complexes ; et elles combinent différents types ou sous-cultures de savoir : connaissances scientifiques spécialisées, politiques/stratégiques, autochtones/locales, communautaires, individuelles et globales (voir par exemple Brown *et al.*, 2010). Les systèmes de connaissances en libre accès facilitent la recherche axée sur les solutions. Ils rassemblent des universitaires et des non-universitaires qui travaillent ensemble au sein de réseaux de résolution de problèmes et d'apprentissage collaboratifs et dépassent les dichotomies traditionnelles (entre la recherche fondamentale et la recherche appliquée, par exemple).

L'initiative Future Earth, mise en place en 2012 par une alliance internationale de partenaires (Belmont Forum, un groupe d'organisme de financement scientifiques nationaux, Conseil international des sciences sociales, Conseil international pour la science, Organisation météorologique mondiale, Programme des Nations Unies pour l'environnement, UNESCO et Université des Nations Unies), est un exemple majeur de l'ouverture des systèmes de connaissances au niveau international. Cette

initiative[1] favorise les transformations mondiales et la recherche sur la durabilité. Par ce biais, des chercheurs appartenant à de nombreuses disciplines apprennent à collaborer avec des partenaires non universitaires au sein de réseaux thématiques mêlant connaissances et mesures concrètes sur les océans, la santé, le lien entre l'eau, l'énergie et l'alimentation, les transformations sociales et la finance mondiale. La promotion des pratiques scientifiques inter et transdisciplinaires constitue la pierre angulaire des travaux de Future Earth.

Bien que l'on ne puisse pas encore mesurer les conséquences ultimes de la non-durabilité effrénée du système socio-écologique, d'importants efforts sont déployés pour comprendre ce système en s'appuyant sur le point de vue de toutes les disciplines, de façon à établir une définition commune et réciproque des enjeux et à garantir la collaboration dans la conception, l'exécution et l'application de la recherche.
On a par ailleurs dépassé l'interdisciplinarité pour tendre vers la transdisciplinarité, considérée aujourd'hui comme un processus fondamental favorisant la recherche. La recherche transdisciplinaire fait participer des décideurs, des responsables politiques et des spécialistes, mais également des acteurs de la société civile et du secteur privé, à l'élaboration conjointe et à la coproduction de connaissances, de politiques et de pratiques axées sur la recherche de solutions. Elle tient compte de la multiplicité des sources de connaissances utiles et d'expertise pouvant être exploitées, de sorte que tous les acteurs concernés sont à la fois producteurs et utilisateurs des connaissances à un moment ou à un autre. La transdisciplinarité n'est donc pas seulement une nouvelle façon d'introduire les connaissances scientifiques dans les politiques et les pratiques ou un simple recadrage stratégique du modèle à sens unique de mise en pratique de la science. Elle est envisagée comme un processus social permettant de produire des connaissances utilisables et de favoriser l'apprentissage mutuel de façon à renforcer la crédibilité scientifique, l'intérêt pratique et la légitimité sociopolitique. La transdisciplinarité s'attache à rapprocher les points de vue des différentes sous-cultures du savoir et à les intégrer pour tenir compte de la complexité sociale et contribuer à résoudre des problèmes collectifs. Dans la recherche transdisciplinaire, les « producteurs » des connaissances scientifiques cessent de considérer les « utilisateurs » de ces connaissances comme des récepteurs d'informations passifs, ou au mieux comme des fournisseurs de données en vue d'analyses encadrées par des scientifiques. Au contraire, les scientifiques tiennent compte des préoccupations, des valeurs et de l'opinion des décideurs et des spécialistes, des entrepreneurs, des militants et des citoyens, et leur donnent un rôle à jouer dans la mise en place d'une recherche compatible avec leurs besoins et leurs aspirations (Mauser *et al.*, 2013).

Des initiatives nationales et internationales en faveur de la « science ouverte » et du « libre accès » créent actuellement les conditions *sine qua non* du développement futur des systèmes de connaissances en libre accès (The Royal Society, 2012). On assiste depuis quelques années à une intensification de la participation du grand public, qui a naturellement entraîné l'ambition que la science devienne une initiative publique au lieu d'être pratiquée derrière les portes closes des laboratoires et des bibliothèques, que les recherches scientifiques subventionnées par des fonds publics soient menées au grand jour, que les données de ces recherches puissent être soumises à un examen approfondi, que les conclusions soient mises à disposition gratuitement ou à moindre coût, que les résultats scientifiques et leurs implications soient mieux communiqués aux différents acteurs, et que les scientifiques s'engagent publiquement en faveur de la transdisciplinarité. La science ouverte est également une contrepartie essentielle des modèles économiques fondés sur la collecte et la privatisation de connaissances produites par la société par le biais du monopole et de la protection des données. Face à de telles pressions sur la recherche scientifique, la communauté scientifique doit résolument s'engager en faveur du libre accès des données, de l'information et des connaissances.

Remise en question de la politique scientifique

Les discours concernant les systèmes de connaissances en libre accès et, plus généralement, la science ouverte, correspondent-ils à un nouveau modèle ou cadre de politique scientifique, qui arrêterait d'envisager la valeur de la science à travers le prisme (souvent national) de l'économie du savoir pour considérer la science comme une initiative publique au service d'un monde durable et juste ?

En théorie, oui. Les discours relatifs aux concepts élémentaires de la politique scientifique ont en tout cas évolué dans ce sens. Ainsi, dans une grande partie de la communauté scientifique, la notion d'intérêt scientifique est aujourd'hui moins envisagée sous l'angle de la croissance économique nationale et de la compétitivité, au profit d'une recherche transformatrice destinée à trouver des solutions aux problèmes mondiaux auxquels nous sommes confrontés.

Par ailleurs, le lien entre la science et la politique est appréhendé différemment. L'ancien système de transmission à sens unique, fondé sur un modèle linéaire de transfert des connaissances, avec ses notions d'impact et d'application et ses mécanismes dualistes de production et d'utilisation des connaissances (notes stratégiques, évaluations et systèmes consultatifs, notamment) est progressivement remplacé par un modèle multidirectionnel d'interaction itérative, qui utilise des boucles de rétroaction et reconnaît la complexité des processus de décision d'un côté comme de l'autre.

Dernier aspect, et non des moindres, nous voyons évoluer la géopolitique de la science, notamment au niveau des termes appliqués aux mesures de lutte contre les fractures cognitives à l'échelle mondiale. Le terme « construction de capacités » a été remplacé par l'expression « renforcement des capacités », mais ces deux notions restent prisonnières de l'idée que l'on aide les pays du Sud à rattraper leur retard. Aujourd'hui, on commence à parler de « mobilisation des capacités », de façon à rendre compte de l'excellence des systèmes scientifiques régionaux et à souligner la nécessité de les soutenir pour permettre une intégration et une collaboration réellement mondiales. La transition vers un nouveau cadre de politique scientifique s'est-elle opérée en pratique ? On observe des signes encourageants d'une évolution dans ce sens. À l'échelle internationale, l'initiative Future Earth constitue un nouveau cadre institutionnel en faveur d'une pratique scientifique intégrée et transdisciplinaire. Peut-être plus important encore, les initiatives multilatérales de financement

1. Voir www.futureearth.org.

du Belmont Forum et, plus récemment, le programme « Transformations vers la durabilité » du Conseil international des sciences sociales ont promis leur soutien à ce type de pratiques[2].

Dans les faits, en revanche, la politique scientifique dominante ne semble pas suivre cette voie. Les universités du monde entier ont ici un rôle essentiel à jouer. Ces institutions humaines sont uniques de par la diversité des connaissances qu'elles transmettent, puisqu'elles préservent et réactivent des savoirs ancestraux et qu'elles produisent et diffusent de nouvelles connaissances. Cependant, l'enseignement de ces connaissances reste encore bien trop souvent cantonné à des disciplines isolées, et ce phénomène est renforcé par une organisation exclusivement disciplinaire de la formation universitaire, des priorités de financement et des mécanismes d'incitation. Les anciennes modalités de production des connaissances scientifiques sont perpétuées par des méthodes traditionnelles d'évaluation fondées sur des indicateurs rigides et inappropriés, et peu compatibles avec les systèmes d'intéressement et d'avancement professionnel. En effet, les chercheurs sont rarement encouragés (et encore moins incités financièrement) à acquérir les compétences socioculturelles et les capacités de mobilisation nécessaires pour gérer des activités transculturelles, inter- et transdisciplinaires.

Créer des conditions favorables

La politique scientifique n'applique pas encore le cadre stratégique de science ouverte et de libre accès des connaissances qu'elle préconise. C'est aux universités de prendre conscience de la nécessité de mettre en place ce cadre stratégique et d'y répondre, mais également aux instances chargées des politiques scientifiques nationales qui définissent les priorités de recherche, allouent des subventions et mettent en place des systèmes d'incitation. Ces institutions doivent notamment proposer des solutions créatives et coordonnées pour mieux intégrer les sciences naturelles, sociales et humaines dans des domaines comme la recherche sur la durabilité et les bouleversements mondiaux. Il faut également apporter un soutien spécifique aux méthodes ouvertes et inclusives de production de connaissances axées sur la recherche de solutions en partenariat avec les acteurs de la société. Il est par ailleurs impératif que les décideurs chargés d'élaborer les politiques scientifiques fassent preuve de réflexion et d'esprit critique. La recherche thématique ne doit pas supplanter l'exploration créative de domaines peu valorisés mais à l'origine d'un bon nombre d'idées et de technologies qui constituent le fondement du monde moderne et qui pourraient bien faire émerger des solutions créatives pour l'avenir. Il est donc essentiel d'observer et d'étudier attentivement dans quelle mesure l'élaboration conjointe et la coproduction de connaissances entre universitaires et non-universitaires font évoluer les pratiques et l'efficacité des politiques scientifiques.

Pourquoi est-ce si important ? Un soutien engagé en faveur d'une science intégrée, transdisciplinaire et axée sur la recherche de solutions a une réelle incidence sur l'activité des scientifiques de l'Anthropocène, qu'il s'agisse de leur mode d'exercice, de leur formation, de leur évaluation, de leur rémunération ou des systèmes d'avancement professionnel mis en place pour eux. Ce soutien influence également le financement de la recherche et détermine dans quelle mesure la science peut répondre aux exigences actuelles, à savoir contribuer à trouver des solutions aux défis mondiaux majeurs et favoriser des transformations au service de la durabilité. Il déterminera le rôle de la science dans l'orientation prise par l'humanité sur la planète Terre.

2. Voir www.belmontforum.org et www.worldsocialscience.org/activities/transformations.

RÉFÉRENCES

Brown, V. A. B., Harris, J. A. et Russell, J. Y. (2010) *Tackling Wicked Problems through the Transdisciplinary Imagination.* Earthscan Publishing.

CISS et UNESCO (2013) *Rapport mondial sur les sciences sociales 2013 : changements environnementaux globaux.* Éditions de l'Organisation de coopération et de développement économiques et de l'UNESCO : Paris.

Mauser, W., Klepper, G., Rice, M., Schmalzbauer, B. S., Hackmann, H., Leemans, R. et Moore, H. (2013) Transdisciplinary global change research: the co-creation of knowledge for sustainability, *Current Opinion in Environmental Sustainability,* 5 : p. 420–431. http://dx.doi.org/10.1016/j.cosust.2013.07.001.

Tàbara, J. D. (2013) Une nouvelle conception des systèmes d'accès ouverts à la connaissance en vue de la durabilité : des perspectives pour les spécialistes en sciences sociales, in : CISS et UNESCO (2013) *Rapport mondial sur les sciences sociales 2013 : Changements environnementaux globaux.* Éditions de l'Organisation de coopération et de développement économiques et de l'UNESCO : Paris.

The Royal Society (2012) *Science as an open enterprise.* Rapport 02/12 du Centre de politique scientifique de The Royal Society.

Zalasiewicz, J. *et al.* (2008) Are we now living in the Anthropocene? *GSA Today,* 18(2) : p. 4–8. DOI : 10.1130/GSAT01802A.1.

Les savoirs locaux et autochtones dans l'interface entre science et politique

Douglas Nakashima, *Chef du Programme sur les systèmes de savoirs locaux et autochtones, UNESCO*

Vers une reconnaissance mondiale

Depuis quelques années, les savoirs locaux et autochtones apportent une nouvelle contribution, de plus en plus influente, à l'interface mondiale entre science et politique. Le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) le reconnaît notamment dans son *cinquième Rapport d'évaluation* (2014). Dans son analyse des caractéristiques des trajectoires d'adaptation présentée dans le Résumé à l'intention des décideurs du rapport *Changements climatiques 2014 : Rapport de synthèse*, le GIEC indique que :

> *Les systèmes et pratiques du savoir autochtone, local et traditionnel, y compris la vision holistique qu'ont les populations autochtones de leurs collectivités et de leur environnement, constituent des ressources de première importance pour l'adaptation au changement climatique (éléments robustes, degré de cohérence élevé). Ces formes de savoir ne sont pas toujours prises en compte d'une manière cohérente dans les stratégies d'adaptation existantes. Leur intégration dans les pratiques existantes augmente l'efficacité des mesures d'adaptation.*

Cette reconnaissance de l'importance des savoirs locaux et autochtones fait écho à la position adoptée par l'organisation internationale d'évaluation « sœur » du GIEC. Créée en 2012, la Plateforme intergouvernementale scientifique et politique sur la biodiversité et les services écosystémiques (IPBES) considère les savoirs locaux et autochtones comme un « principe de fonctionnement » qui se traduit comme suit dans la mission scientifique et technique confiée au groupe d'experts multidisciplinaire de l'IPBES : *déterminer des moyens d'intégrer de nouveaux systèmes de savoirs, y compris des systèmes de savoirs autochtones, à l'interface entre science et politique.*

D'autres organismes scientifiques prestigieux investis d'un mandat international dans le domaine de la science et de la politique mettent en avant les savoirs locaux et autochtones. Lors de sa troisième réunion, qui s'est tenue en mai 2015, le Conseil consultatif scientifique du Secrétaire général des Nations Unies a décidé de préparer un document stratégique à l'intention du Secrétaire général qui reconnaisse l'importance des savoirs locaux et autochtones dans le domaine du développement durable et formule des recommandations afin d'améliorer les synergies entre ces formes de savoirs et la science.

Comprendre les systèmes de savoirs autochtones et locaux

Avant de poursuivre, il est important de clarifier ce que nous entendons par « systèmes de savoirs autochtones et locaux ». Ce terme fait référence aux connaissances et savoir-faire développés de génération en génération, qui guident les sociétés humaines dans leurs nombreuses interactions avec leur environnement. Ces savoirs contribuent au bien-être de nombreuses populations dans le monde entier, en garantissant la sécurité alimentaire grâce à la chasse, la pêche, la cueillette, l'élevage ou l'agriculture à petite échelle, mais aussi en fournissant des soins de santé, des vêtements, un abri et des solutions pour faire face aux changements environnementaux (Nakashima et Roué, 2002). Ces systèmes de savoirs sont dynamiques, et se transmettent et se renouvellent de génération en génération.

Plusieurs termes coexistent dans la littérature, notamment savoir autochtone, savoir écologique traditionnel, savoir local, savoir d'agriculteurs ou science autochtone. Bien que tous ces termes possèdent des connotations quelque peu différentes, leur sens reste suffisamment proche pour pouvoir les utiliser de manière interchangeable.

Selon Berkes (2012), les savoirs écologiques traditionnels désignent un « ensemble de connaissances, de pratiques et de croyances accumulées, concernant les relations des êtres vivants (y compris les êtres humains) entre eux et avec leur environnement, évoluant à la faveur des processus d'adaptation et transmises de génération en génération par le biais de la culture ».

Se remémorer les savoirs locaux et autochtones

Les savoirs locaux et autochtones ne sont pas nouveaux. Ils remontent même à l'origine de l'humanité. La nouveauté, en revanche, réside dans la reconnaissance grandissante témoignée par des scientifiques et décideurs du monde entier, à tous les niveaux et dans un nombre croissant de domaines.

« Reconnaissance » est le mot clé, mais il ne faut toutefois pas comprendre ce terme comme la « découverte » de quelque chose jusqu'alors inconnu. L'étymologie du mot nous éclaire sur son véritable sens : « re » (de nouveau) + « cognoscere » (connaître), qui signifie « se remémorer, se rappeler ou retrouver la connaissance de […] quelque chose précédemment connu ou éprouvé »[1]. En effet, les efforts actuels visant à « se remémorer » les savoirs autochtones témoignent de la séparation instaurée par la science positiviste il y a plusieurs siècles.

Cette séparation, que l'on pourrait même qualifier d'opposition, entre la science, d'un côté, et les savoirs locaux et autochtones, de l'autre, n'était pas un acte de malveillance. Il s'agissait plutôt d'une nécessité historique, sans laquelle la science n'aurait pu émerger en tant qu'ensemble de connaissances distinct, aux méthodes définies, et rassemblant un groupe identifiable d'intellectuels et de professionnels. Tout comme la philosophie occidentale a choisi d'ignorer les continuités et de souligner les discontinuités en opposant la « nature » à la « culture », la science positiviste a délibérément mis de côté les nombreuses caractéristiques qu'elle partage avec d'autres systèmes de savoirs afin de se distinguer, d'abord en tant que système de savoirs différent, puis « unique » et enfin, « supérieur ».

Encore aujourd'hui, les jeunes chercheurs sont formés à valoriser certaines caractéristiques scientifiques spécifiques (empirisme, rationalité et objectivité), ce qui suggère que les autres systèmes de savoirs sont par opposition subjectifs, anecdotiques et irrationnels. Évidemment, personne ne saurait nier les résultats

1. Voir www.etymonline.com/index.php?term=recognize.

impressionnants de la science positiviste, qui a permis de faire progresser les connaissances sur notre environnement biophysique grâce à un ensemble stupéfiant d'avancées techniques qui ont transformé – et transforment encore aujourd'hui – le monde dans lequel nous vivons, pour le meilleur et pour le pire. La séparation et l'opposition entre la science et d'autres systèmes de savoirs, et entre les différentes disciplines scientifiques elles-mêmes, sont sans aucun doute l'une des clés de la réussite globale de la science positiviste.

Toutefois, le cloisonnement, le réductionnisme et la spécialisation ont également leurs limites. Les inconvénients de l'opposition entre nature et culture, ou entre la science et d'autres systèmes de savoirs, ont-ils, ces dernières années, surpassé ses avantages ? La meilleure compréhension et la plus grande appréciation de ces inconvénients contribuent-elles à l'émergence des savoirs locaux et autochtones sur la scène mondiale ?

L'émergence des savoirs locaux et autochtones sur la scène mondiale

L'apparition des savoirs locaux et autochtones dans l'interface mondiale entre science et politique suggère que la longue période de séparation entre la science et les systèmes de savoirs autochtones et locaux arrive à son terme. Cela étant dit, séparation n'est peut-être pas le terme approprié. En fait, il est possible que les liens entre la science et les autres systèmes de savoirs n'aient jamais été tranchés, mais seulement éclipsés. La science découle de la compréhension et des observations locales du fonctionnement de la nature. Aux prémices des sciences coloniales, par exemple, l'ethnobotanique et l'ethnozoologie se sont appuyées sur les connaissances et le savoir-faire des populations locales pour identifier les plantes et les animaux « utiles ». Les systèmes de nomenclature et de classification locaux et autochtones ont été adoptés en masse et souvent déguisés sous la forme de taxinomies « scientifiques ». Par exemple, la compréhension européenne de la botanique asiatique « *dépendait, de manière ironique, d'un ensemble de pratiques de diagnostic et de classification qui découlait d'anciennes codifications de savoirs autochtones, bien que présenté comme l'apanage de la science occidentale* » (Ellen et Harris, 2000, p. 182).

Ce n'est qu'au milieu du XX^{e} siècle que nous avons observé un changement d'attitude de la part des scientifiques occidentaux à l'égard des savoirs locaux et autochtones, tout d'abord avec le travail iconoclaste mené par Harold Conklin aux Philippines (*The Relation of Hanunóo Culture to the Plant World*, 1954). Harold Conklin a révélé l'étendue des connaissances botaniques du peuple hanunóo, qui portent sur « *des centaines de caractéristiques permettant de différencier les types de plantes, et mentionnant souvent des informations importantes relatives à leurs propriétés médicinales ou nutritionnelles* ». Dans un autre domaine et une autre région, Bob Johannes a travaillé avec des pêcheurs des îles du Pacifique afin de consigner leur connaissance approfondie « *des mois et des périodes, ainsi que de l'endroit précis où se réunissent les groupes de frai d'environ 55 espèces de poissons dont la reproduction est influencée par la lune* » (Berkes, 2012). Grâce à ces savoirs autochtones, le nombre d'espèces de poissons recensées par la science et dont le schéma de reproduction est influencé par les cycles lunaires a plus que doublé (Johannes, 1981). Dans le nord de l'Amérique, les levés d'occupation des sols utilisés dans le cadre des revendications territoriales autochtones ont contribué à promouvoir le rôle des savoirs autochtones dans les domaines de la gestion de la faune sauvage et de l'étude d'impact environnemental (Nakashima, 1990).

La volonté de mieux comprendre les vastes connaissances des peuples autochtones et des communautés locales, relatives notamment à la diversité biologique, s'est accrue au cours des années suivantes. L'article 8 j), désormais bien connu, de la Convention sur la diversité biologique (1992), a contribué à renforcer la prise de conscience internationale, en demandant aux Parties de respecter, préserver et maintenir *« les connaissances, innovations et pratiques des communautés autochtones et locales qui incarnent des modes de vie traditionnels présentant un intérêt pour la conservation et l'utilisation durable de la diversité biologique ».*

Toutefois, d'autres domaines ont également reconnu l'importance des savoirs locaux et autochtones. Orlove *et al.* (2002) ont révélé que les agriculteurs des Andes pouvaient prévoir la survenue d'un phénomène El Niño au cours d'une année, d'une manière aussi précise que la météorologie moderne, simplement en observant la constellation des Pléiades :

> *L'éclat et la taille apparente des Pléiades varient en fonction du nombre de nuages fins de haute altitude présents dans la partie supérieure de la troposphère, ce qui reflète l'importance du phénomène El Niño au-dessus du Pacifique. Étant donné que les précipitations sont généralement rares dans cette région les années où un épisode El Niño se produit, cette méthode très simple (mise au point par des agriculteurs andins) fournit des prévisions précieuses, aussi fiables, voire meilleures que les prévisions à long terme reposant sur une modélisation informatique de l'océan et de l'atmosphère.*

La reconnaissance de l'authenticité des savoirs locaux et autochtones émerge également dans un autre domaine : la préparation aux catastrophes naturelles et l'intervention en cas d'urgence. Le tsunami qui s'est produit dans l'océan Indien en décembre 2004 et qui a fait plus de 200 000 victimes constitue un exemple des plus frappants. Au cours de cette catastrophe tragique, des récits ont commencé à circuler sur la manière dont les savoirs locaux et autochtones avaient permis de sauver des vies. L'UNESCO disposait d'une source directe pour l'aider à comprendre ce phénomène, grâce à un projet mené depuis de nombreuses années auprès des Moken, une tribu vivant dans les îles Surin, en Thaïlande. Le tsunami de 2004 avait complètement détruit leur petit village côtier, mais n'avait fait aucune victime. Après le tsunami, les Moken ont expliqué que tous les habitants, adultes et enfants, avaient compris que le retrait inhabituel de la mer était un signal leur indiquant de quitter le village et de se réfugier rapidement sur les hauteurs. Aucun des Moken présents sur les îles Surin n'avait connu de *laboon* (terme de la tribu pour désigner un tsunami), mais les connaissances transmises de génération en génération leur ont permis de reconnaître les signes avant-coureurs de la catastrophe et de savoir comment y faire face (Rungmanee et Cruz, 2005).

La biodiversité, le climat et les catastrophes naturelles ne sont que quelques-uns des nombreux domaines dans lesquels se sont illustrés les savoirs locaux et autochtones. On pourrait en citer d'autres, tels que la connaissance de la diversité génétique des espèces animales et des variétés de plantes, y compris la

pollinisation et les pollinisateurs (Lyver *et al*., 2014 ; Roué *et al*., 2015), la connaissance des courants océaniques, de la houle, des vents et des étoiles, qui est au cœur des pratiques de navigation traditionnelles en pleine mer (Gladwin, 1970), sans oublier la médecine traditionnelle, en particulier les connaissances approfondies des femmes en matière d'accouchement et de santé reproductive (Pourchez, 2011). Que les populations du monde entier aient développé une expertise dans une multitude de domaines liés à leur vie quotidienne semble évident ; pourtant, le nombre croissant de découvertes scientifiques a fini par éclipser cette mine de savoir, comme si la science avait besoin de marginaliser les autres formes de connaissances pour asseoir sa propre influence et obtenir une reconnaissance mondiale.

Et maintenant ?

L'émergence des savoirs locaux et autochtones au niveau mondial pose de nombreux défis, notamment celui de conserver la vitalité et le dynamisme de ces pratiques et connaissances au sein des communautés locales dont elles proviennent. Ces autres systèmes de savoirs font face à une multitude de menaces, notamment les systèmes éducatifs classiques qui ignorent l'importance cruciale d'une éducation ancrée dans les langues, les savoirs et les philosophies autochtones. Connaissant les risques posés par une éducation centrée uniquement sur les ontologies positivistes, le programme de l'UNESCO sur les systèmes de savoirs locaux et autochtones développe des ressources éducatives reposant sur les langues et les savoirs locaux avec le peuple mayangna au Nicaragua, les habitants du lagon de Marovo dans les îles Salomon et les jeunes du Pacifique[2].

Un défi de toute autre nature se pose également. La reconnaissance, dans de nombreux domaines, de l'importance des savoirs locaux et autochtones soulève des attentes auxquelles il peut être difficile de répondre. Par exemple, comment les savoirs locaux et les garants de tels savoirs peuvent-ils contribuer aux évaluations de la biodiversité et des services écosystémiques, ou favoriser la compréhension de l'impact du changement climatique et des possibilités d'adaptation ? Passer de la simple reconnaissance à la recherche d'une manière de procéder est devenue une préoccupation majeure dans l'interface entre science et politique. Après avoir insisté sur l'importance des savoirs locaux et autochtones en matière d'adaptation au changement climatique dans le *cinquième Rapport d'évaluation* du GIEC (Nakashima *et al*., 2012), l'UNESCO collabore désormais avec la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques dans le but d'identifier des outils et des méthodes permettant d'intégrer les savoirs traditionnels et autochtones à la lutte contre le changement climatique, au même titre que la science. Enfin, une équipe spéciale sur les savoirs locaux et autochtones a été créée afin de fournir à l'IPBES les « approches et procédures » appropriées en vue d'intégrer les savoirs locaux et autochtones dans les évaluations mondiales et régionales de la biodiversité et des services écosystémiques. Dans le cadre de cette initiative, l'UNESCO fournit un soutien technique à l'équipe spéciale.

2. Voir www.unesco.org/links, www.en.marovo.org et www.canoeisthepeople.org.

RÉFÉRENCES

Berkes, F. (2012) *Sacred Ecology*, troisième édition. Routledge : New York.

Ellen, R. et Harris, H. (2000) Introduction, in : Ellen, R., Parker, P. et Bicker, A. (dir.) *Indigenous Environmental Knowledge and its Transformations: Critical Anthropological Perspectives*. Harwood : Amsterdam.

Gladwin, T. (1970) *East Is a Big Bird: Navigation and Logic on Puluwat Atoll*. Harvard University Press : Massachusetts.

Lyver, P., Perez, E., Carneiro da Cunha, M. et Roué, M. (dir.) [2015] *Indigenous and Local Knowledge about Pollination and Pollinators associated with Food Production*. UNESCO : Paris.

Nakashima, D. J. (1990) *Application of Native Knowledge in EIA: Inuit, Eiders and Hudson Bay Oil*. Conseil canadien de la recherche sur l'évaluation environnementale. Document d'information du Conseil canadien de la recherche sur l'évaluation environnementale (CCREE) : Hull, 29 pages.

Nakashima, D. J., Galloway McLean, K., Thulstrup, H. D., Ramos Castillo, A. et Rubis, J. T. (2012) *Weathering Uncertainty: Traditional Knowledge for Climate Change Assessment and Adaptation.* UNESCO : Paris, 120 pages.

Nakashima, D. et Roué, M. (2002) Indigenous knowledge, peoples and sustainable practice, in : Munn, T. *Encyclopedia of Global Environmental Change*. Chichester, Wiley and Sons, p. 314–324.

Orlove, B., Chiang, S., John, C. H. et Cane, M. A. (2002) Ethnoclimatology in the Andes, *American Scientist*, 90 : p. 428–435.

Pourchez, L. (2011) *Savoirs des femmes : médecine traditionnelle et nature : Maurice, Réunion et Rodrigues.* Savoirs locaux & autochtones, 1. Éditions UNESCO : Paris.

Roué, M., Battesti, V., Césard, N. et Simenel, R. (2015) *Ethnoécologie de la pollinisation et des pollinisateurs. Revue d'ethnoécologie*, 7. http:// ethnoecologie.revues.org/2229. DOI : 10.4000/ethnoecologie.2229.

Rungmanee, S. et Cruz, I. (2005) The knowledge that saved the sea gypsies*, A World of Science*, 3(2) : p. 20–23.



Présentation générale



En matière de recherche, de nombreux dilemmes semblent être partagés par un grand nombre de pays, qu'il s'agisse de tenter de trouver le juste équilibre entre recherche entreprise à l'échelon local et recherche menée au niveau international, entre recherche fondamentale et recherche appliquée, entre création de connaissances nouvelles et production de connaissances à mettre sur le marché, ou entre science d'intérêt général et science moteur du commerce.

Luc Soete, Susan Schneegans, Deniz Eröcal, Baskaran Angathevar et Rajah Rasiah

Photo: © Shutterstock.com

1. Un monde en quête d'une stratégie de croissance efficace

Luc Soete, Susan Schneegans, Deniz Eröcal, Baskaran Angathevar et Rajah Rasiah

INTRODUCTION

Depuis maintenant deux décennies, le *Rapport de l'UNESCO sur la science* dresse à intervalles réguliers le tableau de la science, de la technologie et de l'innovation (STI) dans le monde. Comme la STI n'évolue pas en vase clos, cette dernière édition fait le point des évolutions survenues depuis 2010 par rapport aux tendances socioéconomiques, géopolitiques et environnementales qui ont influé sur les politiques et la gouvernance actuelles en la matière.

Plus de 50 experts ont contribué au présent rapport, chacun couvrant sa région ou son pays. Un rapport publié tous les cinq ans offre l'avantage de se concentrer sur les tendances à long terme, plutôt que de s'enfermer dans des descriptions de fluctuations annuelles à court terme qui, s'agissant des politiques et des indicateurs de la science et de la technologie, sont rarement éclairantes.

PRINCIPAUX FACTEURS INFLUANT SUR LES POLITIQUES ET LA GOUVERNANCE DE LA STI

Les événements géopolitiques ont remodelé la science dans nombre de régions

Les cinq dernières années ont été marquées par des changements géopolitiques majeurs qui ont eu des incidences importantes pour la science et la technologie : le printemps arabe en 2011, l'accord sur le nucléaire avec l'Iran en 2015, et la création de la Communauté économique de l'Association des nations de l'Asie du Sud-Est (ANASE) en 2015, pour n'en citer que quelques-uns..

À première vue, bon nombre de ces événements n'ont que peu de rapports avec la science et la technologie, mais leur impact indirect a souvent été significatif. En Égypte, la politique scientifique a évolué considérablement depuis le printemps arabe. Le nouveau gouvernement considère la poursuite de l'économie du savoir comme étant le meilleur moyen de s'atteler à un moteur de développement efficace. La Constitution adoptée en 2014 prescrit à l'État d'allouer 1 % du PIB à la recherche-développement (R&D) et dispose que « l'État garantit la liberté de la recherche scientifique et encourage ses institutions, considérées comme un moyen de consolider la souveraineté nationale et de construire une économie du savoir qui soutient les chercheurs et les inventeurs » (chapitre 17).

Les scientifiques tunisiens jouissent de libertés académiques accrues et s'emploient à nouer des liens internationaux plus étroits. La Libye, au contraire, est confrontée à une insurrection partisane, n'offrant guère d'espoir d'un relèvement rapide de la science et de la technologie. La Syrie est en proie à la guerre civile. La porosité des frontières politiques résultant des soulèvements du printemps arabe a, dans le même temps, permis à des groupes terroristes opportunistes de prospérer. Ces milices d'une extrême violence menacent la stabilité politique, mais compromettent aussi les aspirations nationales à une économie du savoir, car elles sont intrinsèquement hostiles à l'éducation en général, et à l'éducation des filles et des femmes en particulier. Cet obscurantisme étend aujourd'hui son emprise jusqu'au Nigéria et au Kenya au sud (chapitres 18 et 19).

Dans le même temps, des pays sortant d'un conflit armé modernisent leur infrastructure (chemins de fer, ports, etc.) et promeuvent le développement industriel, la durabilité à l'égard de l'environnement et l'éducation afin de faciliter la réconciliation nationale et de relancer l'économie, comme on le voit en Côte d'Ivoire et à Sri Lanka (chapitres 18 et 21).

L'accord sur le nucléaire conclu en 2015 pourrait être un tournant pour la science en Iran mais, comme le note le chapitre 15, les sanctions internationales ont déjà incité le régime à accélérer la transition vers une économie du savoir, afin de compenser la perte de revenus du pétrole et l'isolement international en développant les produits et processus locaux. L'apport de capitaux résultant de la levée des sanctions devrait offrir au gouvernement une opportunité de renforcer son investissement dans la R&D, qui ne représentait que 0,31 % du PIB en 2010.

L'Association des nations de l'Asie du Sud-Est (ANASE) entend pour sa part transformer cette vaste région en un marché et une base de production communs avec la création à la fin de 2015 de la Communauté économique de l'ANASE. La levée prévue des restrictions aux mouvements transfrontières des personnes et des services devrait favoriser la coopération scientifique et technologique et renforcer ainsi le pôle de connaissances Asie-Pacifique en train d'émerger. La mobilité accrue du personnel qualifié devrait être un bienfait pour la région et accroître le rôle du Réseau d'universités de l'ANASE, qui compte désormais 30 membres. Dans le cadre du processus de négociation relatif à la Communauté économique de l'ANASE, chaque État membre peut marquer sa préférence pour un champ de recherche particulier. Le gouvernement de la République démocratique populaire lao, par exemple, souhaite donner la priorité à l'agriculture et aux énergies renouvelables (chapitre 27).

En Afrique subsaharienne aussi, les communautés économiques régionales jouent un rôle croissant dans l'intégration scientifique de la région, alors que le continent se prépare à la création, en 2028, de sa propre communauté économique. La Communauté économique des États de l'Afrique de l'Ouest (CEDEAO) et la Communauté de développement de l'Afrique australe (SADC) ont toutes deux adopté ces dernières années une stratégie régionale de la STI qui complète les plans décennaux du continent[1].

1. Le *Plan d'action consolidé de l'Afrique dans le domaine de la science et de la technologie* (2005-2014) et la *Stratégie pour la science, la technologie et l'innovation en Afrique* (STISA-2024) qui lui a succédé.

La Communauté d'Afrique de l'Est (CAE) a confié au Conseil interuniversitaire pour l'Afrique de l'Est la mission de créer un Espace commun de l'enseignement supérieur. Le développement en cours de réseaux de centres d'excellence sur tout le continent devrait favoriser une mobilité scientifique et un partage de l'information accrus, dès lors que les obstacles à la libre circulation des scientifiques peuvent être levés. La décision prise en 2014 par le Kenya, le Rwanda et l'Ouganda d'adopter un visa de tourisme unique est un pas dans la bonne direction.

Il sera intéressant de voir dans quelle mesure la nouvelle Union des nations sud-américaines (UNASUR) encouragera l'intégration scientifique régionale dans les années à venir. Conçue sur le modèle de l'Union européenne, l'UNASUR prévoit de doter ses 12 membres d'un parlement commun et d'une monnaie commune et de faciliter le libre échange en matière de marchandises et de services et la libre circulation des capitaux et des personnes sur l'ensemble du sous-continent (chapitre 7).

Les crises environnementales suscitent des attentes accrues à l'égard de la science

Qu'elles soient d'origine naturelle ou humaine, les crises environnementales ont aussi influé sur les politiques et la gouvernance de la STI au cours des cinq années passées. Les ondes de choc de la catastrophe nucléaire de Fukushima de mars 2011 ont été ressenties bien au-delà des rives du Japon. L'Allemagne a décidé d'abandonner progressivement l'énergie nucléaire d'ici à 2020, et des débats se sont engagés dans d'autres pays sur les risques que présente cette source d'énergie. Au Japon, la triple catastrophe[2] a eu un impact considérable dans la société. Les statistiques officielles montrent que la tragédie de 2011 a ébranlé la confiance du public non seulement dans la technologie du nucléaire, mais aussi dans la science et la technologie en général (chapitre 24).

Même si elles ne font généralement pas les gros titres, les préoccupations croissantes des gouvernements des pays connaissant des épisodes récurrents de sécheresse, inondation et autres phénomènes naturels les ont poussés au cours des cinq dernières années à adopter des stratégies pour y faire face. C'est ainsi que le Cambodge, pour protéger son agriculture, s'est doté d'une *Stratégie sur le changement climatique* (2014–2023) avec l'aide de partenaires de développement européens. En 2013, les Philippines ont été frappées par le cyclone tropical le plus violent sans doute qui ait jamais touché leurs côtes. Le pays a lourdement investi dans des outils d'atténuation des risques de catastrophe, tels que des modèles de simulation en 3D, et renforce les capacités locales d'application, de production et de reproduction de bon nombre de ces technologies (chapitre 27). Plus grande économie des États-Unis, l'État de Californie a connu plusieurs années de sécheresse ; en avril 2015, son gouverneur a annoncé sa volonté de réduire les émissions de carbone de 40 % par rapport aux niveaux de 1990 à l'horizon 2030 (chapitre 5).

L'Angola, le Malawi et la Namibie ont tous enregistré ces dernières années une pluviométrie inférieure à la normale qui a affecté la sécurité alimentaire. En 2013, les ministres de la SADC ont approuvé l'élaboration d'un programme régional d'adaptation au changement climatique. En outre, le Marché commun de l'Afrique orientale et australe (COMESA), la CAE et la SADC mettent en œuvre depuis 2010 une initiative commune d'une durée de cinq ans baptisée Programme tripartite d'adaptation au changement climatique et d'atténuation de ses effets (chapitre 20).

En Afrique, l'agriculture continue de souffrir de la mauvaise gestion des terres et d'investissements insuffisants. Malgré l'engagement du continent, inscrit dans la *Déclaration de Maputo* (2003), de consacrer au moins 10 % du PIB à l'agriculture, seuls quelques pays ont atteint cette cible depuis (voir tableau 19.2). La R&D agricole en pâtit. On note toutefois des tentatives pour renforcer la recherche-développement. Le Botswana a par exemple mis en place en 2008 une plate-forme novatrice pour la commercialisation et la diversification de l'agriculture, et le Zimbabwe prévoit de créer deux nouvelles universités des sciences et technologies agricoles (chapitre 20).

L'énergie est devenue une préoccupation majeure

L'Union européenne, les États-Unis, la Chine, le Japon, la République de Corée, entre autres, ont durci leur législation nationale au cours de ces dernières années en vue de réduire leurs propres émissions de carbone, de développer les énergies nouvelles et de promouvoir une plus grande efficience énergétique. Partout, l'énergie est devenue une préoccupation majeure des gouvernements, y compris dans des pays dont l'économie repose sur la rente pétrolière comme l'Algérie et l'Arabie saoudite, lesquels investissent aujourd'hui dans l'énergie solaire pour diversifier leur mix énergétique.

Cette tendance était manifeste avant même que les cours du Brent n'entament leur chute à partir du deuxième semestre de 2014. L'Algérie, par exemple, a adopté son Programme des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique en mars 2011, et a depuis approuvé plus de 60 projets d'énergie éolienne ou solaire. Le *Plan stratégique du Gabon jusqu'en 2025* (2012) indique que placer le pays sur la voie du développement durable est un objectif qui figure « au cœur de la nouvelle politique menée par l'exécutif ». Le Plan note la nécessité de diversifier une économie dominée par le pétrole (84 % des exportations en 2012), prévoit un plan national sur le climat et fixe pour cible une augmentation de la part de l'énergie hydraulique dans la production d'électricité du Gabon de 40 % en 2010 à 80 % en 2020 (chapitre 19).

Un certain nombre de pays créent des villes intelligentes hyperconnectées (c'est le cas en Chine) ou des « villes vertes » futuristes utilisant les toutes dernières technologies pour parvenir à plus d'efficacité dans les domaines de l'utilisation de l'eau et de l'énergie, de la construction, des transports, etc, comme c'est le cas au Gabon (chapitre 19), au Maroc ou aux Émirats arabes unis (chapitre 17).

Si la durabilité est une préoccupation essentielle de la plupart des gouvernements, d'autres vont à contre-courant. Le gouvernement australien a par exemple abandonné la taxe nationale sur le carbone et annoncé des plans visant à supprimer

2. Un séisme souterrain a provoqué un tsunami qui a inondé la centrale nucléaire de Fukushima, coupant l'alimentation électrique du circuit de refroidissement, d'où une surchauffe des barres de combustible qui a déclenché plusieurs explosions et le rejet de particules radioactives dans l'air et dans l'eau.

les organismes créés par le précédent gouvernement[3] pour stimuler le développement technologique dans le secteur des énergies renouvelables (chapitre 27).

La quête d'une stratégie de croissance qui donne des résultats

Dans l'ensemble, les années 2009 à 2014 ont été une période de transition difficile. Provoquée par la crise financière mondiale de 2008, cette transition a été marquée par une grave crise de la dette dans les pays les plus riches, par des incertitudes quant à la vigueur de la reprise qui a suivi et par la quête d'une stratégie de croissance efficace. De nombreux pays et régions à revenu élevé font face à de mêmes défis, comme le vieillissement de la société (États-Unis, UE, Japon, etc.) et une croissance chroniquement faible (tableau 1.1) ; tous sont confrontés à une rude concurrence internationale. Même ceux qui font bonne figure, comme Israël et la République de Corée, s'inquiètent de savoir comment maintenir leur avance dans un monde qui évolue rapidement.

Aux États-Unis, l'administration Obama a fait de l'investissement dans la recherche sur le changement climatique, l'énergie et la santé une priorité, mais sa stratégie de croissance a été contrariée par la volonté du Congrès de réduire avant tout le déficit du budget fédéral. La plupart des subventions fédérales allouées à la recherche ont stagné ou baissé en données corrigées de l'inflation au cours des cinq dernières années (chapitre 5).

En 2010, l'Union européenne a adopté sa propre stratégie, *Europe 2020*, pour aider la région à sortir de la crise en se lançant dans une croissance avisée, durable et inclusive. La stratégie note que « la crise a balayé des années de progrès économique et social et a révélé les faiblesses structurelles de l'économie européenne ». Parmi ces faiblesses structurelles figurent le faible niveau des dépenses de R&D, les barrières commerciales et l'utilisation insuffisante des technologies de l'information et de la communication (TIC). *Horizon 2020*, l'actuel programme-cadre septennal de l'UE pour la recherche et l'innovation, a reçu le plus gros budget jamais attribué pour faire avancer cet agenda entre 2014 et 2020. La *Stratégie 2020* adoptée par l'Europe du Sud-Est s'inspire d'*Europe 2020*, à ceci près que son objectif premier est de préparer les pays à leur future accession au sein de l'Union européenne.

Le Japon est l'un des pays du monde qui investissent le plus lourdement dans la R&D (figure 1.1) mais la confiance qu'il avait en lui-même a été ébranlée ces dernières années, non seulement par la triple catastrophe de 2011, mais aussi par son incapacité à vaincre la déflation qui asphyxie son économie depuis maintenant 20 ans. Son actuelle stratégie de croissance, dite *Abenomics*, date de 2013 et n'a pas encore tenu ses promesses d'une croissance plus rapide. La réticence des entreprises japonaises à augmenter leurs dépenses de R&D ou les salaires de leur personnel et l'aversion que leur inspire la prise de risque nécessaire pour lancer un nouveau cycle de croissance témoignent des effets d'un équilibre marqué par une croissance faible sur la confiance des investisseurs.

La République de Corée cherche sa propre stratégie de croissance. Même si elle est sortie remarquablement indemne de la crise financière mondiale, elle a atteint les limites de son « modèle de rattrapage ». La concurrence est intense avec la Chine et le Japon, les exportations faiblissent et la demande mondiale évolue vers une croissance verte. Comme le Japon, ce pays fait face à un vieillissement rapide de sa population et à une baisse des taux de natalité qui mettent en péril ses perspectives de développement économique à long terme. L'administration de la Présidente Park Geun-hye poursuit l'objectif du gouvernement précédent, « croissance verte, à faible taux d'émission de carbone », tout en mettant l'accent sur l'« économie créative », pour tenter de redynamiser le secteur manufacturier par l'émergence de nouvelles industries créatives. Jusqu'ici, la République de Corée s'était appuyée sur de vastes conglomérats tels que Hyundai (véhicules) et Samsung (électronique) pour stimuler la croissance et les recettes à l'exportation. Aujourd'hui, elle s'efforce de devenir plus entrepreneuriale et créative, processus qui implique une modification de la structure même de son économie – et des fondements mêmes de l'enseignement des sciences.

Parmi les BRICS (Brésil, Fédération de Russie, Inde, Chine et Afrique du Sud), la Chine est parvenue à éviter les conséquences de la crise financière et économique mondiale de 2008, mais son économie montrait des signes de faiblesse[4] au deuxième semestre de 2015. Jusqu'à présent, la Chine avait compté sur la dépense publique pour stimuler la croissance mais la confiance des investisseurs commençant à fléchir en août 2015, sa volonté de fonder désormais cette croissance sur la consommation plus que sur les exportations paraît moins certaine. Les dirigeants politiques sont par ailleurs quelque peu préoccupés de voir que la production scientifique n'est pas à la hauteur des investissements massifs dans la R&D de ces dix dernières années. La Chine est elle aussi à la recherche d'une stratégie de croissance efficace.

En maintenant sa demande de matières premières à un niveau élevé pour alimenter sa croissance rapide, la Chine a depuis 2008 protégé les économies exportatrices de ressources de la chute de la demande en Amérique du Nord et dans l'UE. À terme, toutefois, la fin du boom des matières premières a mis à nu des faiblesses structurelles, en particulier au Brésil et dans la Fédération de Russie.

L'an dernier, le Brésil est entré en récession. Même si ce pays a élargi l'accès à l'enseignement supérieur depuis quelques années et accru les dépenses sociales, la productivité du travail y reste peu élevée. C'est le signe que le Brésil n'est pas parvenu jusqu'ici à mettre l'innovation au service de la croissance économique, difficulté qu'il partage avec la Fédération de Russie.

La Fédération de Russie est en quête de sa propre stratégie de croissance. En mai 2014, le Président Poutine a appelé à élargir les programmes russes de substitution d'importations afin de réduire la dépendance du pays à l'égard des technologies

3. À savoir, l'Agence australienne pour l'énergie renouvelable et la Société financière pour l'énergie propre.

4. L'économie chinoise a connu une croissance de 7,4 % en 2014 et devrait continuer de progresser de 6,8 % en 2015 selon les projections, mais cette cible apparaît de plus en plus incertaine.

de l'étranger. Des plans d'action ont été lancés depuis dans divers secteurs industriels en vue de produire des technologies de pointe. Toutefois, les projets du gouvernement tendant à stimuler l'innovation dans les entreprises pourraient être contrariés par l'actuelle récession, due à la baisse du cours du BRENT, à l'imposition de sanctions et à la détérioration de la conjoncture commerciale.

En Inde, la croissance économique s'est maintenue à un taux respectable d'environ 5 % ces dernières années, mais il est à craindre qu'elle ne crée pas un nombre suffisant d'emplois. L'économie indienne est dominée aujourd'hui par le secteur des services (57 % du PIB). Le gouvernement Modi élu en 2014 défend un nouveau modèle économique reposant sur des activités manufacturières tournées surtout vers l'exportation afin de favoriser la création d'emplois. L'Inde est d'ores et déjà devenue un pôle de l'innovation frugale, grâce à son vaste marché intérieur pour des produits et services destinés aux peu fortunés, comme les appareils médicaux et les automobiles à bas prix.

Depuis la fin du boom des matières premières, l'Amérique latine est elle-même en quête d'une nouvelle stratégie de croissance. Au fil de la décennie passée, la région a réduit ses niveaux d'inégalité économique exceptionnellement élevés mais, lorsque la demande mondiale de matières premières a chuté, elle a vu ses propres taux de croissance commencer à stagner ou même à régresser dans certains cas. Les initiatives et les structures institutionnelles sophistiquées pour promouvoir la science et la recherche ne manquent pourtant pas en Amérique latine (chapitre 7). Les pays de la région ont accompli de grandes avancées sur le plan de l'accès à l'enseignement supérieur, de la mobilité des chercheurs et de la production scientifique. Rares, toutefois, semblent être ceux qui ont tiré parti du boom des matières premières pour accéder à une compétitivité s'appuyant sur la technologie. À l'avenir, la région sera peut-être bien placée pour acquérir le type d'excellence scientifique capable de servir de base à une croissance verte en combinant ses avantages naturels en matière de diversité biologique et les atouts que lui confèrent les systèmes de savoir autochtones (traditionnels).

Les documents de planification à long terme jusqu'en 2020 ou 2030 de bon nombre de pays à revenu faible ou intermédiaire reflètent aussi la quête d'une stratégie de croissance à même de les hisser à une catégorie supérieure de revenu. Ces exposés d'une « vision » ont en général un triple objectif : une meilleure gouvernance, pour améliorer l'environnement entrepreneurial et attirer l'investissement étranger de façon à développer un secteur privé dynamique, une croissance plus inclusive qui réduise les niveaux de pauvreté et les inégalités, et une gestion durable de l'environnement afin de protéger les ressources naturelles dont ces économies dépendent pour se procurer des devises étrangères.

TENDANCES MONDIALES EN MATIÈRE DE DÉPENSES DE R&D

Quel a été l'impact de la crise sur l'investissement en R&D ?

Le *Rapport de l'UNESCO sur la science 2010* a été rédigé au lendemain de la crise financière mondiale. Il embrassait une période de croissance économique mondiale sans précédent allant de 2002 à 2007. Il était également tourné vers l'avenir. L'une des questions qu'il posait était de savoir dans quelle mesure la crise mondiale pouvait avoir des effets négatifs sur la création de connaissances dans le monde. Sa conclusion selon laquelle l'investissement mondial en R&D ne serait que moyennement affecté apparaît, avec le recul, parfaitement juste.

En 2013, les dépenses intérieures brutes en R&D (DIRD) se sont élevées à 1 478 milliards de dollars PPA[5], contre seulement 1 132 milliards en 2007. Cette progression a été moins forte que l'augmentation de 47 % enregistrée lors de la période précédente (2002-2007) mais elle n'en est pas moins significative, d'autant qu'elle s'est produite en période de crise. Du fait que les DIRD ont augmenté plus vite que le PIB mondial, l'intensité de R&D est passée au niveau mondial de 1,57 % (2007) à 1,70 % (2013) en pourcentage du PIB (tableaux 1.1 et 1.2).

Comme le prédisait le *Rapport de l'UNESCO sur la science 2010*, l'Asie en général, et la Chine en particulier, ont été les premières à sortir de la crise, tirant plus rapidement vers le haut les investissements en R&D au niveau mondial[6]. Dans d'autres économies émergentes comme le Brésil et l'Inde, l'intensité de R&D a mis plus longtemps à repartir à la hausse.

De même, la prédiction selon laquelle les États-Unis et l'Union européenne parviendraient à maintenir leur propre intensité de R&D aux niveaux antérieurs à la crise s'est révélée non seulement correcte, mais même trop prudente. Les membres de la « Triade » (UE, Japon et États-Unis) ont tous vu leurs DIRD atteindre au cours des cinq dernières années des niveaux très supérieurs à ceux de 2007, contrairement au Canada.

Budgets de la recherche publics : des convergences, mais un tableau contrasté

Les cinq dernières années se sont caractérisées par une tendance convergente à un moindre engagement des pouvoirs publics envers la R&D dans de nombreux pays à revenu élevé (Australie, Canada, États-Unis, etc.) et une croissance de l'investissement en R&D dans les pays à faible revenu. En Afrique, par exemple, l'Éthiopie a mis à profit des taux de croissance comptant parmi les plus élevés sur le continent pour faire progresser ses DIRD de 0,24 % (2009) à 0,61 % (2013) en pourcentage du PIB. Le Malawi a porté son propre ratio à 1,06 % et l'Ouganda à 0,48 % (2010), contre 0,33 % en 2008. On note une prise de conscience croissante en Afrique et dans d'autres régions du monde du fait que le développement d'infrastructures modernes (hôpitaux, routes, chemins de fer, etc.) et la diversification et l'industrialisation de l'économie passent par de plus gros investissements dans la STI, y compris la constitution d'une masse critique de travailleurs qualifiés. Les dépenses de R&D sont en hausse dans beaucoup de pays de l'Afrique de l'Est dotés de pôles d'innovation (Cameroun, Kenya, Rwanda, Ouganda, etc.), du fait d'un effort plus intense du secteur public comme du secteur privé (chapitre 19).

5. Parité de pouvoir d'achat.

6. L'intensité de R&D a plus que doublé en Chine, passant à 2,08 entre 2007 et 2013. Ce chiffre est supérieur à la moyenne au sein de l'UE, preuve que la Chine est en voie d'atteindre la cible qu'elle s'est fixée d'un ratio DIRD/PIB de 2,5% d'ici à 2020.

Tableau 1.1 : **Tendances mondiales de la population et du PIB**

	Population (en millions)		Part de la population mondiale (%)		PIB en milliards de dollars PPA constants de 2005				Part du PIB mondial (%)			
	2007	2013	2007	2013	2007	2009	2011	2013	2007	2009	2011	2013
Monde	**6 673,1**	**7 162,1**	**100,0**	**100,0**	**72 198,1**	**74 176,0**	**81 166,9**	**86 674,3**	**100,0**	**100,0**	**100,0**	**100,0**
Économies à revenu élevé	1 264,1	1 309,2	18,9	18,3	41 684,3	40 622,2	42 868,1	44 234,6	57,7	54,8	52,8	51,0
Économies à revenu intermédiaire (tranche supérieure)	2 322,0	2 442,1	34,8	34,1	19 929,7	21 904,3	25 098,5	27 792,6	27,6	29,5	30,9	32,1
Économies à revenu intermédiaire (tranche inférieure)	2 340,7	2 560,4	35,1	35,7	9 564,7	10 524,5	11 926,1	13 206,4	13,2	14,2	14,7	15,2
Économies à faible revenu	746,3	850,3	11,2	11,9	1 019,4	1 125,0	1 274,2	1 440,7	1,4	1,5	1,6	1,7
Amériques	**913,0**	**971,9**	**13,7**	**13,6**	**21 381,6**	**21 110,0**	**22 416,8**	**23 501,5**	**29,6**	**28,5**	**27,6**	**27,1**
Amérique du Nord	336,8	355,3	5,0	5,0	14 901,4	14 464,1	15 088,7	15 770,5	20,6	19,5	18,6	18,2
Amérique latine	535,4	574,1	8,0	8,0	6 011,0	6 170,4	6 838,5	7 224,7	8,3	8,3	8,4	8,3
Caraïbes	40,8	42,5	0,6	0,6	469,2	475,5	489,6	506,4	0,6	0,6	0,6	0,6
Europe	**806,5**	**818,6**	**12,1**	**11,4**	**18 747,3**	**18 075,1**	**19 024,5**	**19 177,9**	**26,0**	**24,4**	**23,4**	**22,1**
Union européenne	500,8	509,5	7,5	7,1	14 700,7	14 156,7	14 703,8	14 659,5	20,4	19,1	18,1	16,9
Europe du Sud-Est	19,6	19,2	0,3	0,3	145,7	151,0	155,9	158,8	0,2	0,2	0,2	0,2
Association européenne de libre-échange	12,6	13,5	0,2	0,2	558,8	555,0	574,3	593,2	0,8	0,7	0,7	0,7
Europe, autres	273,6	276,4	4,1	3,9	3 342,0	3 212,3	3 590,5	3 766,4	4,6	4,3	4,4	4,3
Afrique	**957,3**	**1 110,6**	**14,3**	**15,5**	**3 555,7**	**3 861,4**	**4 109,8**	**4 458,4**	**4,9**	**5,2**	**5,1**	**5,1**
Afrique subsaharienne	764,7	897,3	11,5	12,5	2 020,0	2 194,3	2 441,8	2 678,5	2,8	3,0	3,0	3,1
États arabes d'Afrique	192,6	213,3	2,9	3,0	1 535,8	1 667,1	1 668,0	1 779,9	2,1	2,2	2,1	2,1
Asie	**3 961,5**	**4 222,6**	**59,4**	**59,0**	**27 672,8**	**30 248,0**	**34 695,7**	**38 558,5**	**38,3**	**40,8**	**42,7**	**44,5**
Asie centrale	61,8	67,2	0,9	0,9	408,9	446,5	521,2	595,4	0,6	0,6	0,6	0,7
États arabes d'Asie	122,0	145,2	1,8	2,0	2 450,0	2 664,0	3 005,2	3 308,3	3,4	3,6	3,7	3,8
Asie de l'Ouest	94,9	101,9	1,4	1,4	1 274,2	1 347,0	1 467,0	1 464,1	1,8	1,8	1,8	1,7
Asie du Sud	1 543,1	1 671,6	23,1	23,3	5 016,1	5 599,2	6 476,8	7 251,4	6,9	7,5	8,0	8,4
Asie du Sud-Est	2 139,7	2 236,8	32,1	31,2	18 523,6	20 191,3	23 225,4	25 939,3	25,7	27,2	28,6	29,9
Océanie	**34,8**	**38,3**	**0,5**	**0,5**	**840,7**	**881,5**	**920,2**	**978,0**	**1,2**	**1,2**	**1,1**	**1,1**
Autres groupes												
Pays les moins avancés	783,4	898,2	11,7	12,5	1 327,2	1 474,1	1 617,9	1 783,6	1,8	2,0	2,0	2,1
États arabes, ensemble	314,6	358,5	4,7	5,0	3 985,7	4 331,1	4 673,2	5 088,2	5,5	5,8	5,8	5,9
OCDE	1 216,3	1 265,2	18,2	17,7	38 521,2	37 306,1	39 155,4	40 245,7	53,4	50,3	48,2	46,4
G20	4 389,5	4 615,5	65,8	64,4	57 908,7	59 135,1	64 714,6	68 896,8	80,2	79,7	79,7	79,5
Pays (sélection)												
Afrique du Sud	49,6	52,8	0,7	0,7	522,1	530,5	564,2	589,4	0,7	0,7	0,7	0,7
Allemagne	83,6	82,7	1,3	1,2	2 838,9	2 707,0	2 918,9	2 933,0	3,9	3,6	3,6	3,4
Argentine	39,3	41,4	0,6	0,6	631,8	651,7	772,1	802,2	0,9	0,9	1,0	0,9
Brésil	190,0	200,4	2,8	2,8	2 165,3	2 269,8	2 507,5	2 596,5	3,0	3,1	3,1	3,0
Canada	33,0	35,2	0,5	0,5	1 216,8	1 197,7	1 269,4	1 317,2	1,7	1,6	1,6	1,5
Chine	1 334,3	1 385,6	20,0	19,3	8 313,0	9 953,6	12 015,9	13 927,7	11,5	13,4	14,8	16,1
Égypte	74,2	82,1	1,1	1,1	626,0	702,1	751,3	784,2	0,9	0,9	0,9	0,9
États-Unis d'Amérique	303,8	320,1	4,6	4,5	13 681,1	13 263,0	13 816,1	14 450,3	18,9	17,9	17,0	16,7
Fédération de Russie	143,7	142,8	2,2	2,0	1 991,7	1 932,3	2 105,4	2 206,5	2,8	2,6	2,6	2,5
France	62,2	64,3	0,9	0,9	2 011,1	1 955,7	2 035,6	2 048,3	2,8	2,6	2,5	2,4
Inde	1 159,1	1 252,1	17,4	17,5	3 927,4	4 426,2	5 204,3	5 846,1	5,4	6,0	6,4	6,7
Iran	71,8	77,4	1,1	1,1	940,5	983,3	1 072,4	1 040,5	1,3	1,3	1,3	1,2
Israël	6,9	7,7	0,1	0,1	191,7	202,2	222,7	236,9	0,3	0,3	0,3	0,3
Japon	127,2	127,1	1,9	1,8	4 042,1	3 779,0	3 936,8	4 070,5	5,6	5,1	4,9	4,7
Malaisie	26,8	29,7	0,4	0,4	463,0	478,0	540,2	597,7	0,6	0,6	0,7	0,7
Mexique	113,5	122,3	1,7	1,7	1 434,8	1 386,5	1 516,3	1 593,6	2,0	1,9	1,9	1,8
République de Corée	47,6	49,3	0,7	0,7	1 293,2	1 339,2	1 478,8	1 557,6	1,8	1,8	1,8	1,8
Royaume-Uni	61,0	63,1	0,9	0,9	2 203,7	2 101,7	2 177,1	2 229,4	3,1	2,8	2,7	2,6
Turquie	69,5	74,9	1,0	1,0	874,1	837,4	994,3	1 057,3	1,2	1,1	1,2	1,2

Source : Banque mondiale, Indicateurs du développement dans le monde, avril 2015, et estimations de l'Institut de statistique de l'UNESCO ; Département des affaires économiques et sociales des Nations Unies, Division de la population (2013), *Perspectives de la population mondiale : révision de 2012*.

Tableau 1.2 : **Parts de la dépense mondiale de R&D, 2007, 2009, 2011 et 2013**

	DIRD (en milliards de dollars PPA)				Part des DIRD mondiales (%)			
	2007	2009	2011	2013	2007	2009	2011	2013
Monde	**1 132,3**	**1 225,5**	**1 340,2**	**1 477,7**	**100,0**	**100,0**	**100,0**	**100,0**
Économies à revenu élevé	902,4	926,7	972,8	1 024,0	79,7	75,6	72,6	69,3
Économies à revenu intermédiaire (tranche supérieure)	181,8	243,9	303,9	381,8	16,1	19,9	22,7	25,8
Économies à revenu intermédiaire (tranche inférieure)	46,2	52,5	60,2	68,0	4,1	4,3	4,5	4,6
Économies à faible revenu	1,9	2,5	3,2	3,9	0,2	0,2	0,2	0,3
Amériques	**419,8**	**438,3**	**451,6**	**478,8**	**37,1**	**35,8**	**33,7**	**32,4**
Amérique du Nord	382,7	396,5	404,8	427,0	33,8	32,4	30,2	28,9
Amérique latine	35,5	39,8	45,6	50,1	3,1	3,3	3,4	3,4
Caraïbes	1,6	2,0	1,3	1,7	0,1	0,2	0,1	0,1
Europe	**297,1**	**311,6**	**327,5**	**335,7**	**26,2**	**25,4**	**24,4**	**22,7**
Union européenne	251,3	262,8	278,0	282,0	22,2	21,4	20,7	19,1
Europe du Sud-Est	0,5	0,8	0,7	0,8	0,0	0,1	0,1	0,1
Association européenne de libre-échange	12,6	13,1	13,7	14,5	1,1	1,1	1,0	1,0
Europe, autres	32,7	34,8	35,0	38,5	2,9	2,8	2,6	2,6
Afrique	**12,9**	**15,5**	**17,1**	**19,9**	**1,1**	**1,3**	**1,3**	**1,3**
Afrique subsaharienne	8,4	9,2	10,0	11,1	0,7	0,7	0,7	0,8
États arabes d'Afrique	4,5	6,4	7,1	8,8	0,4	0,5	0,5	0,6
Asie	**384,9**	**440,7**	**524,8**	**622,9**	**34,0**	**36,0**	**39,2**	**42,2**
Asie centrale	0,8	1,1	1,0	1,4	0,1	0,1	0,1	0,1
États arabes d'Asie	4,3	5,0	5,6	6,7	0,4	0,4	0,4	0,5
Asie de l'Ouest	15,5	16,1	17,5	18,1	1,4	1,3	1,3	1,2
Asie du Sud	35,4	39,6	45,7	50,9	3,1	3,2	3,4	3,4
Asie du Sud-Est	328,8	378,8	455,1	545,8	29,0	30,9	34,0	36,9
Océanie	**17,6**	**19,4**	**19,1**	**20,3**	**1,6**	**1,6**	**1,4**	**1,4**
Autres groupes								
Pays les moins avancés	2,7	3,1	3,7	4,4	0,2	0,3	0,3	0,3
États arabes, ensemble	8,8	11,4	12,7	15,4	0,8	0,9	0,9	1,0
OCDE	860,8	882,2	926,1	975,6	76,0	72,0	69,1	66,0
G20	1 042,6	1 127,0	1 231,1	1 358,5	92,1	92,0	91,9	91,9
Pays (sélection)								
Afrique du Sud	4,6	4,4	4,1	4,2^{-1}	0,4	0,4	0,3	0,3^{-1}
Allemagne	69,5	73,8	81,7	83,7	6,1	6,0	6,1	5,7
Argentine	2,5	3,1	4,0	4,6^{-1}	0,2	0,3	0,3	0,3^{-1}
Brésil	23,9	26,1	30,2	31,3^{-1}	2,1	2,1	2,3	2,2^{-1}
Canada	23,3	23,0	22,7	21,5	2,1	1,9	1,7	1,5
Chine	116,0	169,4^{b}	220,6	290,1	10,2	13,8^{b}	16,5	19,6
Égypte	1,6	3,0^{b}	4,0	5,3	0,1	0,2^{b}	0,3	0,4
États-Unis d'Amérique	359,4	373,5	382,1	396,7^{-1}	31,7	30,5	28,5	28,1^{-1}
Fédération de Russie	22,2	24,2	23,0	24,8	2,0	2,0	1,7	1,7
France	40,6	43,2	44,6^{b}	45,7	3,6	3,5	3,3^{b}	3,1
Inde	31,1	36,2	42,8	–	2,7	3,0	3,2	–
Iran	7,1^{+1}	3,1^{b}	3,2^{-1}	–	0,6^{+1}	0,3^{b}	0,3^{-1}	–
Israël	8,6	8,4	9,1	10,0	0,8	0,7	0,7	0,7
Japon	139,9	126,9^{b}	133,2	141,4	12,4	10,4^{b}	9,9	9,6
Malaisie	2,7^{-1}	4,8^{b}	5,7	6,4^{-1}	0,3^{+1}	0,4^{b}	0,4	0,5^{-1}
Mexique	5,3	6,0	6,4	7,9	0,5	0,5	0,5	0,5
République de Corée	38,8	44,1	55,4	64,7	3,4	3,6	4,1	4,4
Royaume-Uni	37,2	36,7	36,8	36,2	3,3	3,0	2,7	2,5
Turquie	6,3	7,1	8,5	10,0	0,6	0,6	0,6	0,7

n/+*n* = Les données correspondent à un nombre *n* d'années avant ou après l'année de référence

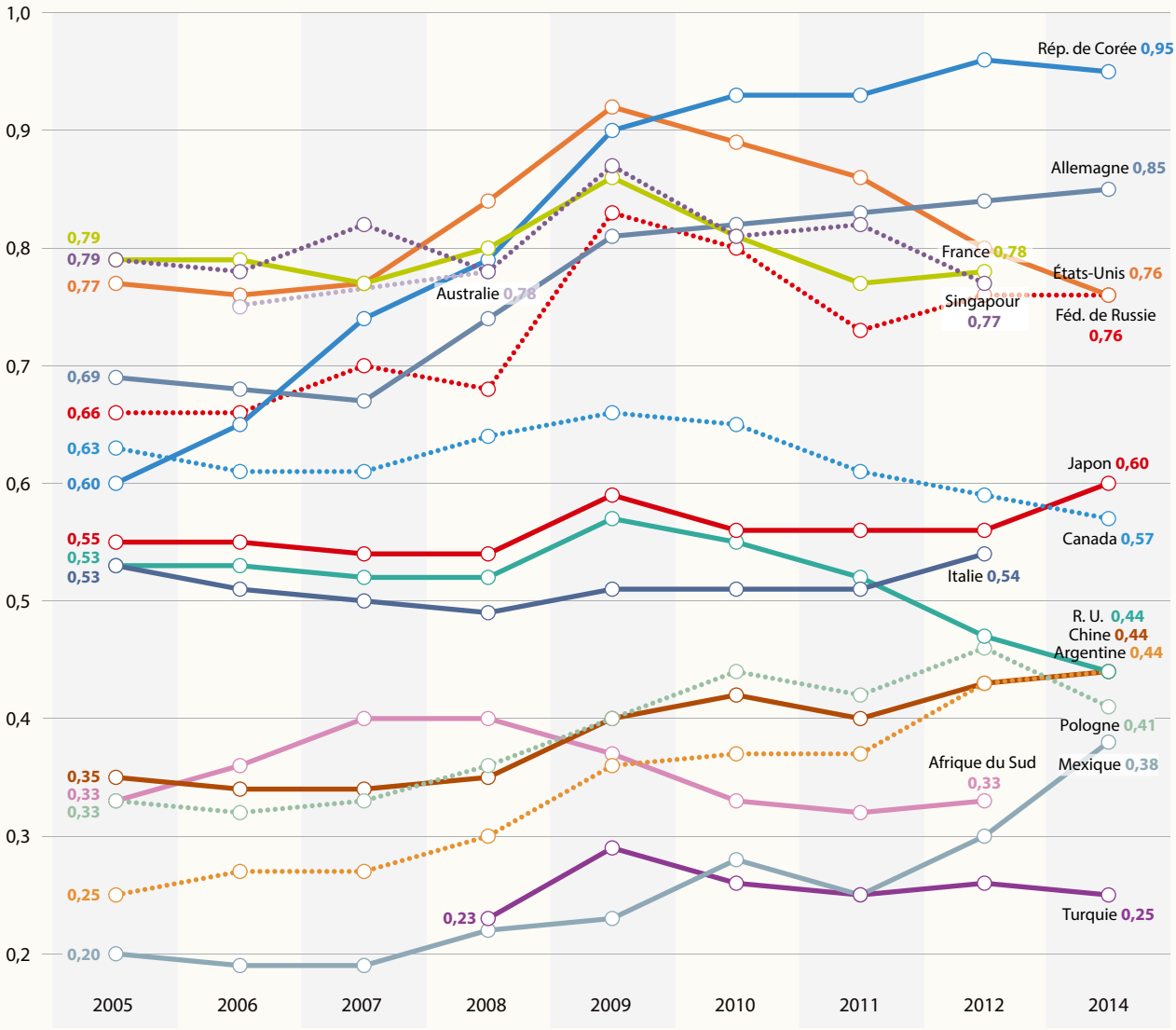
b : Rupture dans la série chronologique avec l'année précédente pour laquelle des données sont présentées

Note : Les chiffres relatifs aux DIRD sont exprimés en dollars PPA (à prix constants de 2005). Bon nombre de données de base sont des estimations de l'Institut de statistique de l'UNESCO, en ce qui concerne en particulier les pays en développement. En outre, dans un nombre important de pays en développement, les données ne couvrent pas l'ensemble des secteurs de l'économie.

	DIRD en pourcentage du PIB (%)				DIRD par habitant (en dollars PPA)				DIRD par chercheur (en milliers de dollars PPA)			
	2007	2009	2011	2013	2007	2009	2011	2013	2007	2009	2011	2013
	1,57	**1,65**	**1,65**	**1,70**	**169,7**	**179,3**	**191,5**	**206,3**	**176,9**	**177,6**	**182,3**	**190,4**
	2,16	2,28	2,27	2,31	713,8	723,2	750,4	782,1	203,0	199,1	201,7	205,1
	0,91	1,11	1,21	1,37	78,3	103,3	126,6	156,4	126,1	142,7	155,7	176,1
	0,48	0,50	0,50	0,51	19,7	21,8	24,2	26,6	105,0	115,9	126,0	137,7
	0,19	0,22	0,25	0,27	2,6	3,1	3,9	4,5	26,2	28,7	32,9	37,6
	1,96	**2,08**	**2,01**	**2,04**	**459,8**	**469,9**	**474,2**	**492,7**	**276,8**	**264,6**	**266,3**	**278,1**
	2,57	2,74	2,68	2,71	1 136,2	1 154,9	1 158,3	1 201,8	297,9	283,0	285,9	297,9
	0,59	0,65	0,67	0,69	66,3	72,7	81,2	87,2	159,5	162,1	168,2	178,9
	0,33	0,41	0,26	0,34	38,5	47,6	30,5	40,8	172,9	202,0	138,4	203,1
	1,58	**1,72**	**1,72**	**1,75**	**368,3**	**384,0**	**401,6**	**410,1**	**139,8**	**141,3**	**142,6**	**139,4**
	1,71	1,86	1,89	1,92	501,9	521,3	548,2	553,5	172,4	169,1	171,2	163,4
	0,31	0,56	0,47	0,51	23,0	43,5	38,2	42,4	40,0	65,9	52,0	54,9
	2,25	2,36	2,39	2,44	995,1	1 014,4	1 038,8	1 072,0	242,0	231,0	218,4	215,2
	0,98	1,08	0,98	1,02	119,5	126,6	127,0	139,2	54,1	59,8	58,8	64,1
	0,36	**0,40**	**0,42**	**0,45**	**13,5**	**15,5**	**16,2**	**17,9**	**86,2**	**101,8**	**98,6**	**106,1**
	0,42	0,42	0,41	0,41	11,0	11,4	11,7	12,4	143,5	132,2	129,4	135,6
	0,29	0,38	0,43	0,49	23,4	32,0	34,5	41,2	49,3	76,5	73,8	83,3
	1,39	**1,46**	**1,51**	**1,62**	**97,2**	**108,8**	**126,9**	**147,5**	**154,1**	**159,0**	**171,3**	**187,7**
	0,20	0,24	0,20	0,23	13,4	16,9	15,7	20,7	38,2	42,7	39,2	41,5
	0,18	0,19	0,18	0,20	35,5	38,5	40,2	45,9	137,2	141,3	136,4	151,3
	1,22	1,20	1,19	1,24	163,3	166,2	176,1	178,1	133,4	135,4	141,0	132,6
	0,71	0,71	0,70	0,70	23,0	25,0	28,0	30,5	171,8	177,3	195,9	210,0
	1,78	1,88	1,96	2,10	153,7	174,4	206,5	244,0	154,9	160,0	172,4	190,8
	2,09	**2,20**	**2,07**	**2,07**	**505,7**	**537,5**	**512,0**	**528,7**	**159,3**	**166,1**	**158,7**	**164,3**
	0,20	0,21	0,23	0,24	3,4	3,8	4,3	4,8	59,0	61,4	66,4	74,1
	0,22	0,26	0,27	0,30	28,1	34,6	36,8	43,1	71,9	95,9	92,4	103,3
	2,23	2,36	2,37	2,42	707,7	715,1	740,8	771,2	220,8	213,7	215,7	217,7
	1,80	1,91	1,90	1,97	237,5	252,3	271,1	294,3	186,0	186,5	192,5	201,5
	0,88	0,84	0,73	0,73[-1]	92,9	87,1	79,7	80,5[-1]	238,6	224,0	205,9	197,3[-1]
	2,45	2,73	2,80	2,85	832,0	887,7	985,0	1 011,7	239,1	232,7	241,1	232,3
	0,40	0,48	0,52	0,58[-1]	64,5	78,6	98,1	110,7[-1]	65,6	72,0	79,4	88,2[-1]
	1,11	1,15	1,20	1,15[-1]	126,0	135,0	153,3	157,5[-1]	205,8	202,4	210,5[-1]	–
	1,92	1,92	1,79	1,63	707,5	682,3	658,5	612,0	154,2	153,3	139,2	141,9[-1]
	1,40	1,70[b]	1,84	2,08	87,0	125,4[b]	161,2	209,3	–[*]	147,0[b]	167,4	195,4
	0,26	0,43[b]	0,53	0,68	21,5	39,6[b]	50,3	64,8	32,4	86,5[b]	96,1	111,6
	2,63	2,82	2,77	2,81[-1]	1 183,0	1 206,7	1 213,3	1 249,3[-1]	317,0	298,5	304,9	313,6[-1]
	1,12	1,25	1,09	1,12	154,7	168,4	160,1	173,5	47,4	54,7	51,3	56,3
	2,02	2,21	2,19[b]	2,23	653,0	687,0	701,4	710,8	183,1	184,3	178,9[b]	172,3
	0,79	0,82	0,82	–	26,8	30,5	35,0	–	171,4[-2]	–	201,8[-1]	–
	0,75[+1]	0,31[b]	0,31[-1]	–	97,5[+1]	41,8[b]	43,0	–	130,5[+1]	58,9[b]	58,4[-1]	–
	4,48	4,15	4,10	4,21	1 238,9	1 154,1	1 211,4	1 290,5	–	–	165,6	152,9[-1]
	3,46	3,36[b]	3,38	3,47	1 099,5	996,2[b]	1 046,1	1 112,2	204,5	193,5[b]	202,8	214,1
	0,61[-1]	1,01[b]	1,06	1,13[-1]	101,1[1]	173,7[b]	199,9	219,9[-1]	274,6[-1]	163,1[b]	121,7	123,5[-1]
	0,37	0,43	0,42	0,50	46,6	51,3	54,0	65,0	139,3	138,9	139,7	–
	3,00	3,29	3,74	4,15	815,6	915,7	1 136,0	1 312,7	174,8	180,7	191,6	200,9
	1,69	1,75	1,69	1,63	610,1	594,4	590,3	573,8	147,2	143,2	146,6	139,7
	0,72	0,85	0,86	0,95	90,9	99,8	117,0	133,5	127,1	123,1	118,5	112,3

Source : Estimations de l'Institut de statistique de l'UNESCO, juillet 2015 ; pour le ratio DIRD/PIB du Brésil en 2012 : Ministère brésilien de la science, de la technologie et de l'innovation.

Figure 1.1 : **DIRD financées par l'État en pourcentage du PIB, 2005-2013 (%)**



Source : OCDE, Principaux indicateurs de la science et de la technologie, septembre 2015

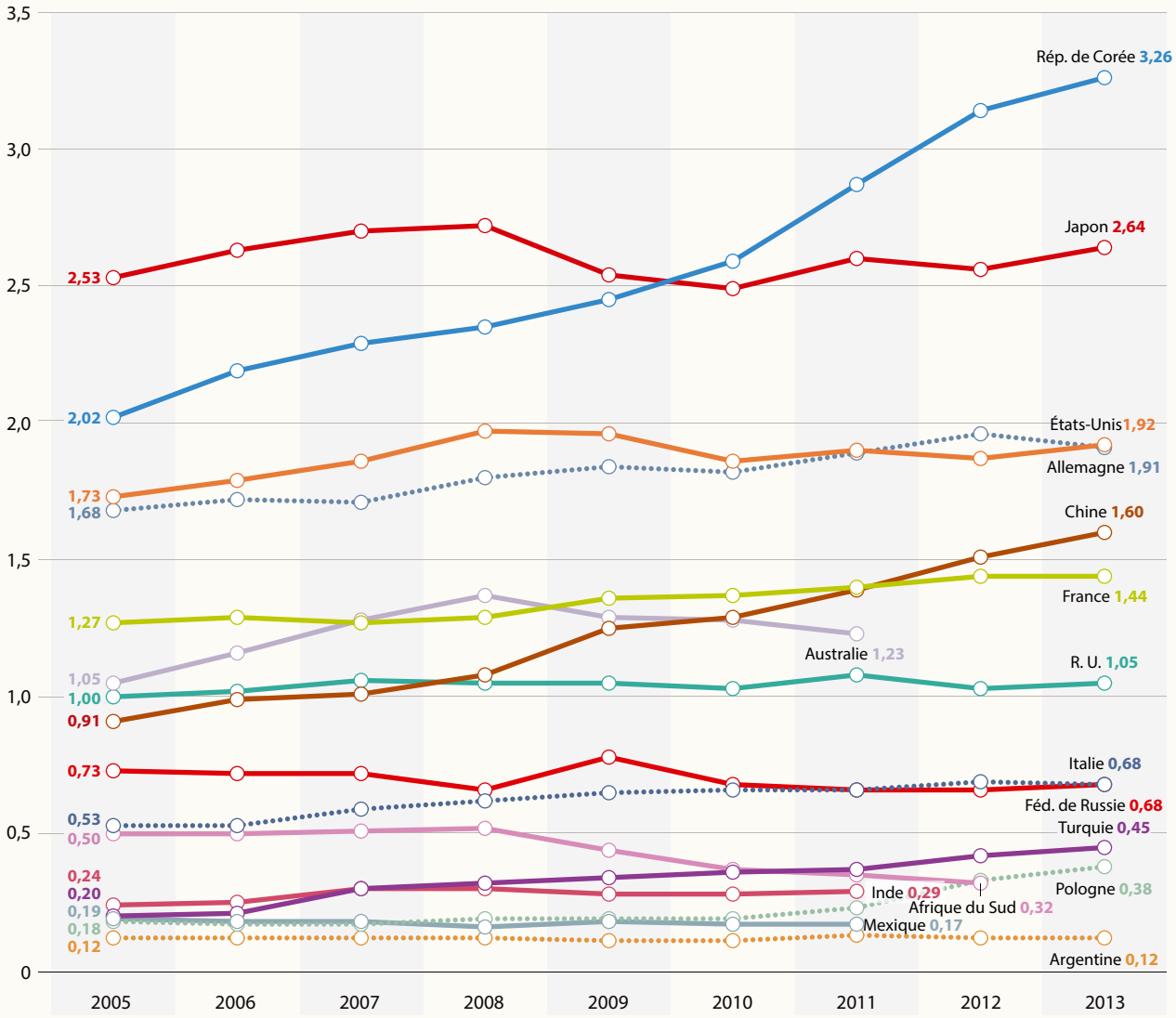
Les raisons de l'intérêt accru que l'Afrique porte à la STI sont multiples, mais la crise financière mondiale de 2008 et 2009 a certainement joué un rôle. Elle a fait grimper les prix des matières premières et centré l'attention sur les politiques de valorisation en Afrique.

La crise mondiale a aussi entraîné un renversement de l'exode des compétences dans certaines régions d'Afrique, l'image de l'Europe et de l'Amérique du Nord aux prises avec de faibles taux de croissance et un chômage élevé décourageant l'émigration et incitant certains émigrés à revenir dans leur pays d'origine. Ces rapatriés jouent un rôle essentiel dans la formulation des politiques de STI, le développement économique et l'innovation. Même les émigrés demeurés à l'étranger y contribuent : leurs envois de fonds dépassent à présent en volume les flux d'investissement direct étranger (IDE) à destination de l'Afrique (chapitre 19).

Cet intérêt accru pour la STI apparaît clairement dans les documents de planification *Vision 2020* ou *2030* adoptés ces dernières années par les pays africains. Au Kenya, par exemple, la loi sur la science, la technologie et l'innovation votée en 2013 contribue à la réalisation du programme *Kenya Vision 2030,* qui prévoit la transformation du pays en une économie à revenu moyen (tranche supérieure) dotée d'une main-d'œuvre qualifiée à l'horizon 2030. La loi pourrait changer la donne au Kenya : non seulement elle prévoit la création d'un Fonds national de la recherche mais elle contient aussi, point décisif, des dispositions en vertu desquelles ce fonds doit recevoir l'équivalent de 2 % du PIB national dans chaque budget annuel. Cet engagement de fonds substantiel devrait aider le Kenya à porter son ratio DIRD/PIB bien au-dessus de 0,79 % (2010).

Les pays BRICS offrent un tableau contrasté. En Chine, les financements publics et privés de la R&D ont augmenté de pair. En Inde, la R&D des entreprises a progressé plus rapidement que l'engagement des pouvoirs publics en faveur de la R&D. Au Brésil, l'engagement de l'État en faveur de la R&D est demeuré

Figure 1.2 : **DIRD exécutées par les entreprises commerciales en pourcentage du PIB, 2005-2013 (%)**



Source : OCDE, Principaux indicateurs de la science et de la technologie, septembre 2015

plus ou moins stable depuis 2008, alors que le secteur des entreprises intensifiait légèrement son effort. Étant donné que toutes les entreprises sondées en 2013 ont fait état d'une chute des activités d'innovation depuis 2008, il est fort probable que cette tendance affecte les dépenses si le ralentissement de l'économie brésilienne persiste. L'Afrique du Sud, quant à elle, a connu une baisse marquée de la R&D privée depuis la crise financière mondiale, alors même que les dépenses publiques augmentaient dans ce domaine. Cela explique en partie pourquoi le ratio DIRD/PIB a diminué d'un pic de 0,89 % en 2008 à 0,73 % en 2012.

Les pays à revenu élevé ont été frappés de façon particulièrement dure par la crise qui a secoué le monde en 2008 et 2009. Si l'économie américaine est de nouveau à flot, le Japon et l'Union européenne peinent à trouver la reprise. En Europe, la lenteur de la croissance économique depuis la crise financière de 2008 et les contraintes exercées ensuite par l'assainissement budgétaire dans les pays de la zone euro ont pesé sur l'investissement public dans le savoir (chapitre 9), malgré le budget en hausse d'Horizon 2020. Parmi les pays de l'Union européenne, seule l'Allemagne a été véritablement à même de renforcer son engagement dans la R&D publique au cours des cinq dernières années. La France et le Royaume-Uni l'ont vu décliner. Comme au Canada, les pressions exercées sur les budgets nationaux de la recherche se sont traduites par d'importantes baisses de l'intensité de R&D dans le secteur public (figure 1.1). À l'exception notable du Canada, cette tendance n'est pas perceptible dans le montant total des dépenses de R&D, parce que le secteur privé a maintenu son propre niveau de dépense tout au long de la crise (figures 1.1 et 1.2 et tableau 1.2).

En quête de l'équilibre optimal entre sciences fondamentales et recherche appliquée

Dans leur grande majorité, les gouvernements reconnaissent aujourd'hui l'importance de la STI pour une croissance soutenue

à long terme. Les pays à faible revenu et à revenu intermédiaire de la tranche inférieure espèrent l'utiliser pour accroître leur niveau de revenu, les pays plus riches pour maintenir le leur sur un marché mondial de plus en plus concurrentiel. Le danger est que, tout à leur course pour améliorer la compétitivité nationale, les pays perdent de vue le vieil adage selon lequel « sans science fondamentale, il n'y aurait pas de science appliquée ». C'est la recherche fondamentale qui génère les connaissances nouvelles dont découlent les applications, commerciales ou autres. Comme le note l'auteur du chapitre sur le Canada (chapitre 4), « la science est le moteur du commerce – mais pas seulement », la question est de savoir où se situe l'équilibre optimal entre recherche fondamentale et recherche appliquée.

Les dirigeants chinois sont déçus par les résultats de leur effort accru d'investissement dans la R&D. Dans le même temps, la Chine a choisi de consacrer de 4 à 6 % à peine de son budget de la recherche à la recherche fondamentale au cours de la décennie passée. En Inde, les universités ne représentent que 4 % des DIRD. Bien que l'Inde ait créé un nombre impressionnant d'universités ces dernières années, l'industrie s'est plainte de l'« employabilité » des diplômés en sciences et disciplines de l'ingénieur. Non seulement la recherche fondamentale génère de nouvelles connaissances, mais elle contribue aussi à la qualité de l'enseignement universitaire.

Aux États-Unis, le gouvernement fédéral se spécialise dans le financement de la recherche fondamentale, laissant à l'industrie l'initiative de la recherche appliquée et du développement technologique. Il existe un risque que l'actuelle politique d'austérité, associée à l'évolution des priorités, affecte la capacité à long terme des États-Unis de créer des connaissances nouvelles.

Pour sa part, le pays voisin des États-Unis au nord diminue les subventions fédérales à la recherche publique mais investit dans le capital-risque afin de stimuler l'innovation dans les entreprises et de séduire de nouveaux partenaires commerciaux. En janvier 2013, le gouvernement canadien a annoncé son *Plan d'action sur le capital-risque*, stratégie qui vise à injecter 400 millions de dollars canadiens de nouveaux capitaux dans les 7 à 10 prochaines années pour stimuler par effet de levier l'investissement privé sous forme de capital-risque.

La Fédération de Russie consacre traditionnellement une large part de ses DIRD à la recherche fondamentale (comme l'Afrique du Sud, qui lui a consacré 24 % en 2010). Depuis que le gouvernement a adopté une stratégie de croissance fondée sur l'innovation en 2012, une part accrue des crédits alloués à la R&D visait à répondre aux besoins de l'industrie. Les fonds étant en quantité finie, ce réajustement s'est opéré au détriment de la recherche fondamentale, dont la part est passée de 26 % à 17 % du total entre 2008 et 2013.

L'Union européenne a fait le calcul inverse. Malgré la crise chronique de la dette, la Commission européenne a maintenu son soutien à la recherche fondamentale. Le Conseil européen de la recherche (créé en 2007), premier organisme paneuropéen de financement de la recherche de pointe en sciences fondamentales, a reçu une dotation de 13,1 milliards d'euros pour la période 2014–2020, soit l'équivalent de 17 % du budget total d'Horizon 2020.

La République de Corée a intensifié son propre soutien à la recherche fondamentale, qui est passé de 13 % à 18 % de ses DIRD entre 2001 et 2011, et la Malaisie a suivi une même évolution (de 11 % en 2006 à 17 % en 2011). Ces deux pays lui consacrent aujourd'hui une part comparable à celle qu'elle reçoit aux États-Unis : 16,5 % en 2012. Le gouvernement de la République de Corée investit lourdement dans la recherche fondamentale pour corriger l'impression que le pays a accompli sa transition d'une économie agricole pauvre à un géant industriel par la seule imitation, sans se doter de capacités endogènes dans le domaine des sciences fondamentales. Il prévoit aussi de favoriser les liens entre la recherche fondamentale et le monde des entreprises : en 2011, l'Institut national des sciences fondamentales a ouvert ses portes sur le site de la future Ceinture scientifique et économique internationale à Daejeon.

L'écart dans les dépenses de R&D se resserre

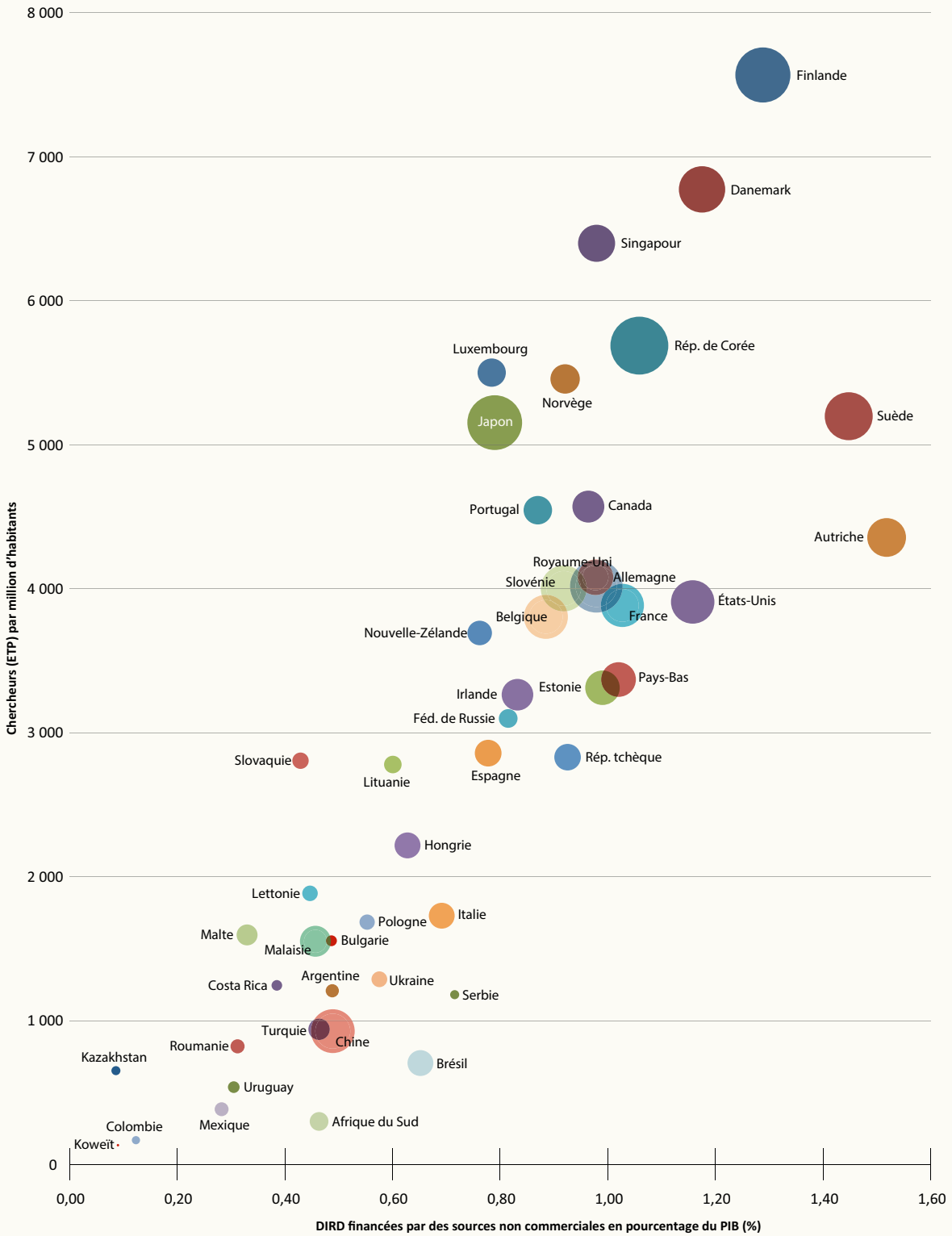
Géographiquement, l'investissement dans le savoir demeure inégalement distribué (tableau 1.2). Les États-Unis restent en position dominante, avec 28 % de l'investissement mondial dans la R&D. La Chine s'est hissée à la deuxième place (20 %), devant l'Union européenne (19 %) et le Japon (10 %). Le reste du monde représente 67 % de la population totale, mais à peine 23 % des dépenses globales de R&D.

Les DIRD englobent les investissements publics et privés. La part des DIRD consenties par le secteur des entreprises (DIRDE) a tendance à être plus importante dans les économies où la compétitivité du secteur manufacturier est davantage fondée sur la technologie, comme le montre un ratio DIRDE/PIB plus élevé (chapitre 2). Parmi les grandes économies pour lesquelles les données sont disponibles, le volume des DIRDE en pourcentage du PIB n'a sensiblement augmenté que dans quelques pays seulement, comme la République de Corée et la Chine et, dans une moindre mesure, l'Allemagne, les États-Unis, la Turquie et la Pologne (figure 1.2). Elle est demeurée stable au mieux au Japon et au Royaume-Uni et a reculé au Canada et en Afrique du Sud. Sachant que près d'un être humain sur cinq vit en Chine, la progression rapide des DIRDE dans ce pays a eu un effet d'entraînement massif : entre 2001 et 2011, la part combinée de la Chine et de l'Inde dans les DIRDE mondiales a quadruplé pour passer de 5 % à 20 %, surtout au détriment de l'Europe occidentale et de l'Amérique du Nord (voir figure 2.1).

La figure 1.3 fait apparaître la concentration continue des ressources de R&D dans un certain nombre d'économies fortement développées ou dynamiques. Plusieurs de ces économies avancées se situent en position médiane (Canada et Royaume-Uni), du fait d'une densité de chercheurs similaire à celle des pays de tête (comme l'Allemagne ou les États-Unis), tandis que l'intensité de R&D est plus faible. L'intensité de R&D ou de capital humain est sans doute encore peu élevée au Brésil, en Chine, en Inde et en Turquie, mais la contribution de ces pays au stock de connaissances global s'accroît rapidement, de par le volume même de leur investissement financier dans la R&D.

Figure 1.3 : **Effet de renforcement mutuel d'un fort investissement public en R&D et du nombre de chercheurs, 2010–2011**

La taille des bulles est proportionnelle aux DIRD financées par les entreprises en pourcentage du PIB (%)



Source : Institut de statistique de l'UNESCO, août 2015.

Tableau 1.3 : **Parts des chercheurs dans le monde, 2007, 2009, 2011 et 2013**

	Chercheurs (en milliers)				Part des chercheurs dans le monde (%)			
	2007	2009	2011	2013	2007	2009	2011	2013
Monde	**6 400,9**	**6 901,9**	**7 350,4**	**7 758,9**	**100,0**	**100,0**	**100,0**	**100,0**
Économies à revenu élevé	4 445,9	4 653,9	4 823,1	4 993,6	69,5	67,4	65,6	64,4
Économies à revenu intermédiaire (tranche supérieure)	1 441,8	1 709,4	1 952,3	2 168,8	22,5	24,8	26,6	28,0
Économies à revenu intermédiaire (tranche inférieure)	439,6	453,2	478,0	493,8	6,9	6,6	6,5	6,4
Économies à faible revenu	73,6	85,4	96,9	102,6	1,2	1,2	1,3	1,3
Amériques	**1 516,6**	**1 656,7**	**1 696,1**	**1 721,9**	**23,7**	**24,0**	**23,1**	**22,2**
Amérique du Nord	1 284,9	1 401,2	1 416,1	1 433,3	20,1	20,3	19,3	18,5
Amérique latine	222,6	245,7	270,8	280,0	3,5	3,6	3,7	3,6
Caraïbes	9,1	9,7	9,2	8,5	0,1	0,1	0,1	0,1
Europe	**2 125,6**	**2 205,0**	**2 296,8**	**2 408,1**	**33,2**	**31,9**	**31,2**	**31,0**
Union européenne	1 458,1	1 554,0	1 623,9	1 726,3	22,8	22,5	22,1	22,2
Europe du Sud-Est	11,3	12,8	14,2	14,9	0,2	0,2	0,2	0,2
Association européenne de libre-échange	51,9	56,8	62,9	67,2	0,8	0,8	0,9	0,9
Europe, autres	604,3	581,4	595,8	599,9	9,4	8,4	8,1	7,7
Afrique	**150,1**	**152,7**	**173,4**	**187,5**	**2,3**	**2,2**	**2,4**	**2,4**
Afrique subsaharienne	58,8	69,4	77,1	82,0	0,9	1,0	1,0	1,1
États arabes d'Afrique	91,3	83,3	96,3	105,5	1,4	1,2	1,3	1,4
Asie	**2 498,1**	**2 770,8**	**3 063,9**	**3 318,0**	**39,0**	**40,1**	**41,7**	**42,8**
Asie centrale	21,7	25,1	26,1	33,6	0,3	0,4	0,4	0,4
États arabes d'Asie	31,6	35,6	40,7	44,0	0,5	0,5	0,6	0,6
Asie de l'Ouest	116,2	119,2	124,3	136,9	1,8	1,7	1,7	1,8
Asie du Sud	206,2	223,6	233,0	242,4	3,2	3,2	3,2	3,1
Asie du Sud-Est	2 122,4	2 367,4	2 639,8	2 861,1	33,2	34,3	35,9	36,9
Océanie	**110,5**	**116,7**	**120,1**	**123,3**	**1,7**	**1,7**	**1,6**	**1,6**
Autres groupes								
Pays les moins avancés	45,2	51,0	55,8	58,8	0,7	0,7	0,8	0,8
États arabes, ensemble	122,9	118,9	137,0	149,5	1,9	1,7	1,9	1,9
OCDE	3 899,2	4 128,9	4 292,5	4 481,6	60,9	59,8	58,4	57,8
G20	5 605,1	6 044,0	6 395,0	6 742,1	87,6	87,6	87,0	86,9
Pays (sélection)								
Afrique du Sud	19,3	19,8	20,1	21,4^{-1}	0,3	0,3	0,3	0,3^{-1}
Allemagne	290,9	317,3	338,7	360,3	4,5	4,6	4,6	4,6
Argentine	38,7	43,7	50,3	51,6^{-1}	0,6	0,6	0,7	0,7^{-1}
Brésil	116,3	129,1	138,7^{-1}	–	1,8	1,9	2,0^{-1}	–
Canada	151,3	150,2	163,1	156,6^{-1}	2,4	2,2	2,2	2,1^{-1}
Chine	– *	1 152,3^{b}	1 318,1	1 484,0	–*	16,7^{b}	17,9	19,1
Égypte	49,4	35,2	41,6	47,7	0,8	0,5	0,6	0,6
États-Unis d'Amérique	1 133,6	1 251,0	1 252,9	1 265,1^{-1}	17,7	18,1	17,0	16,7^{-1}
Fédération de Russie	469,1	442,3	447,6	440,6	7,3	6,4	6,1	5,7
France	221,9	234,4	249,2^{b}	265,2	3,5	3,4	3,4^{b}	3,4
Inde	154,8 $^{-2}$	–	192,8^{-1}	–	2,6^{-2}	–	2,7^{-1}	–
Iran	54,3^{+1}	52,3^{b}	54,8^{-1}	–	0,8^{+1}	0,8^{b}	0,8^{-1}	–
Israël	–	–	55,2	63,7^{-1}	–	–	0,8	0,8^{-1}
Japon	684,3	655,5^{b}	656,7	660,5	10,7	9,5^{b}	8,9	8,5
Malaisie	9,7^{-1}	29,6^{b}	47,2	52,1^{-1}	0,2^{-1}	0,4^{b}	0,6	0,7^{-1}
Mexique	37,9	43,0	46,1	–	0,6	0,6	0,6	–
République de Corée	221,9	244,1	288,9	321,8	3,5	3,5	3,9	4,1
Royaume-Uni	252,7	256,1	251,4	259,3	3,9	3,7	3,4	3,3
Turquie	49,7	57,8	72,1	89,1	0,8	0,8	1,0	1,1

-n/+n = Les données correspondent à un nombre *n* d'années avant ou après l'année de référence.

b : Rupture dans la série chronologique avec l'année précédente pour laquelle les données sont présentées.

	Chercheurs par million d'habitants			
	2007	2009	2011	2013
	959,2	**1 009,8**	**1 050,4**	**1 083,3**
	3 517,0	3 632,3	3 720,4	3 814,1
	620,9	723,9	813,0	888,1
	187,8	187,8	192,2	192,9
	98,7	109,6	119,1	120,7
	1 661,2	**1 776,1**	**1 780,8**	**1 771,6**
	3 814,6	4 081,5	4 052,0	4 034,1
	415,8	448,3	482,7	487,7
	223,0	235,4	220,2	200,8
	2 635,4	**2 717,4**	**2 816,4**	**2 941,9**
	2 911,8	3 081,9	3 202,0	3 388,3
	575,4	659,9	734,8	772,0
	4 112,4	4 390,4	4 757,0	4 980,8
	2 208,8	2 115,3	2 160,2	2 170,4
	156,8	**151,8**	**164,1**	**168,8**
	77,0	86,0	90,6	91,4
	474,0	418,1	467,2	494,5
	630,6	**684,4**	**740,8**	**785,8**
	351,6	395,0	399,7	500,0
	259,2	272,5	294,4	303,1
	1 224,1	1 226,9	1 249,1	1 343,2
	133,7	141,0	143,1	145,0
	991,9	1 090,1	1 197,6	1 279,1
	3 173,8	**3 235,7**	**3 226,8**	**3 218,9**
	57,7	62,2	65,0	65,5
	390,7	360,5	397,8	417,0
	3 205,9	3 346,7	3 433,7	3 542,3
	1 276,9	1 353,2	1 408,0	1 460,7
	389,5	388,9	387,2	408,2[-1]
	3 480,0	3 814,6	4 085,9	4 355,4
	983,5	1 092,3	1 236,0	1 255,8[-1]
	612,0	667,2	710,3[-1]	–
	4 587,7	4 450,6	4 729,0	4 493,7[-1]
	–[*]	852,8[b]	963,2	1 071,1
	665,0	457,9	523,6	580,7
	3 731,4	4 042,1	3 978,7	3 984,4[-1]
	3 265,4	3 077,9	3 120,4	3 084,6
	3 566,1	3 726,7	3 920,1[b]	4 124,6
	137,4[-2]	–	159,9[-1]	–
	746,9[+1]	710,6[b]	736,1[-1]	–
	–	–	7 316,6	8 337,1[-1]
	5 377,7	5 147,4[b]	5 157,5	5 194,8
	368,2[-1]	1 065,4[b]	1 642,7	1 780,2[-1]
	334,1	369,1	386,4	–
	4 665,0	5 067,5	5 928,3	6 533,2
	4 143,8	4 151,1	4 026,4	4 107,7
	714,7	810,7	987,0	1 188,7

Remarque : Nombre de chercheurs en équivalent temps plein.

Source : Estimations de l'Institut de statistique de l'UNESCO, juillet 2015.

TENDANCES MONDIALES EN MATIÈRE DE CAPITAL HUMAIN

Croissance généralisée du nombre de chercheurs, sans grand changement dans l'équilibre global

Aujourd'hui, on recense quelque 7,8 millions de scientifiques dans le monde (tableau 1.3). Depuis 2007, leur nombre a augmenté de 21%. Cette croissance remarquable est confirmée par l'explosion des publications scientifiques.

L'Union européenne demeure le leader mondial pour le nombre de chercheurs, avec une part de 22,2 %. Depuis 2011, la Chine (19,1 %) a dépassé les États-Unis (16,7 %), comme le prédisait le *Rapport de l'UNESCO sur la science 2010*, malgré un réajustement à la baisse des chiffres de la Chine depuis la parution de cette publication. La part du Japon dans le monde est tombée de 10,7 % (2007) à 8,5 % (2013) et celle de la Fédération de Russie de 7,3 % à 5,7 %.

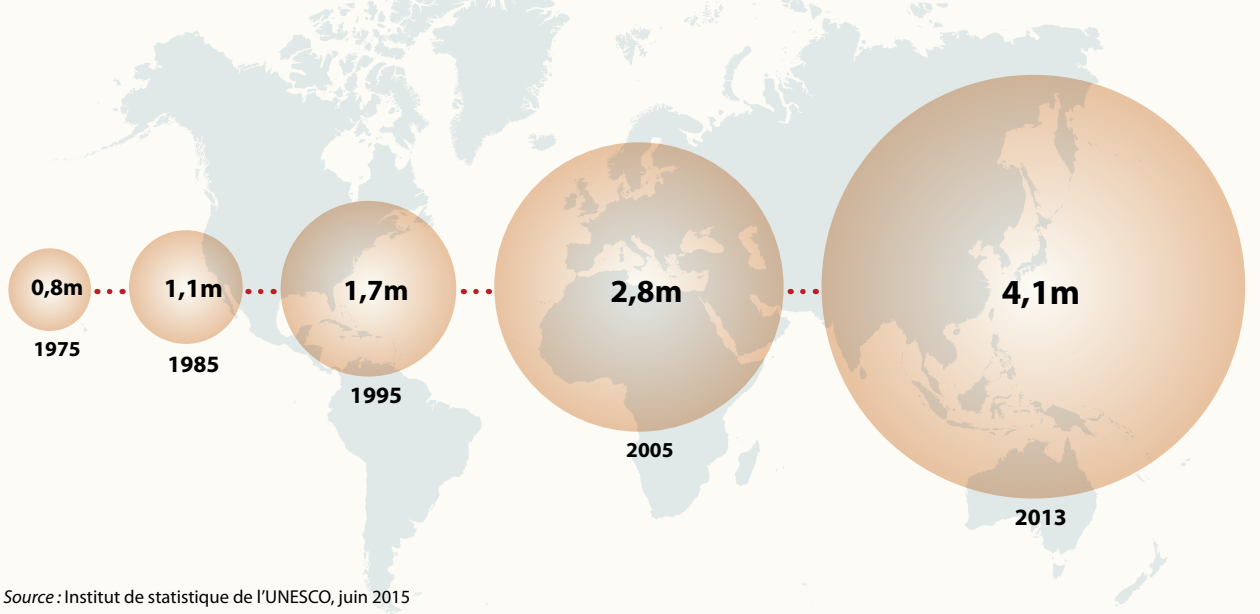
Les « cinq grands » représentent encore 72 % de l'ensemble des chercheurs, malgré une redistribution de leurs parts respectives. Il est à noter que les pays à revenu élevé ont perdu du terrain au profit des pays à revenu intermédiaire (tranche supérieure), dont la Chine, qui totalisait 22,5 % des chercheurs en 2007 mais 28,0 % en 2013 (tableau 1.3).

Comme le montre la figure 1.3, lorsqu'un pays est prêt à investir davantage de fonds publics dans la formation de chercheurs et dans la recherche, la propension des entreprises à investir dans la R&D (la taille des bulles) augmente elle aussi. Recherche publique et recherche privée poursuivent bien sûr des objectifs différents, mais leur contribution à la croissance et à la prospérité nationales dépend de leur degré de complémentarité. Cela vaut pour tous les pays, quel que soit leur niveau de revenu, mais il est clair que ce lien devient déterminant lorsque la densité de chercheurs ou la densité de R&D financée par l'État dépasse un certain seuil. Si l'on trouve quelques pays présentant une forte intensité de recherche financée par les entreprises dans le quadrant inférieur gauche du graphique, aucun de ceux qui figurent dans le quadrant supérieur droit n'affiche une intensité faible.

Les chercheurs des pays à faible revenu sont toujours en quête d'opportunités de carrière à l'étranger, mais l'éventail de leurs destinations préférées s'élargit. Cela tient peut-être en partie au fait que la crise de 2008 a quelque peu terni l'image d'Eldorado de l'Europe et de l'Amérique du Nord. Même les pays frappés par l'exode des compétences attirent des chercheurs. C'est ainsi que le Soudan a vu plus de 3 000 chercheurs débutants ou confirmés émigrer entre 2002 et 2014 selon le Centre national de la recherche. Ces chercheurs étaient attirés par des pays voisins tels que l'Érythrée et l'Éthiopie où les rémunérations sont plus de deux fois supérieures à celles du personnel universitaire au Soudan. Ce pays est pourtant lui-même devenu un refuge pour les étudiants du monde arabe, en particulier depuis les soulèvements du printemps arabe. Le Soudan attire aussi un nombre croissant d'étudiants originaires d'Afrique (chapitre 19).

Dans les années à venir, la concurrence dans le recrutement de travailleurs qualifiés du monde entier risque fort de s'intensifier (chapitre 2). Cela dépendra en partie des niveaux

Figure 1.4 : **Croissance à long terme du nombre d'étudiants internationaux dans le monde,1975-2013**



Source : Institut de statistique de l'UNESCO, juin 2015

d'investissement dans la science et la technologie dans le monde et des tendances démographiques, telles que faibles taux de natalité et vieillissement de la population dans certains pays ou régions (Japon, UE, etc.). Des pays appliquent déjà des politiques plus ambitieuses visant à attirer et retenir les migrants hautement qualifiés et les étudiants étrangers afin de créer un environnement innovant ou d'entretenir une telle dynamique, comme en Malaisie (chapitre 26).

Le nombre d'étudiants d'origine étrangère croît rapidement (figure 1.4). Le chapitre 2 révèle la mobilité croissante au niveau du doctorat, qui est elle-même un facteur de mobilité des scientifiques. C'est peut-être l'une des tendances les plus importantes de ces derniers temps. Une étude récente de l'Institut de statistique de l'UNESCO conclut que les probabilités de partir étudier à l'étranger sont plus fortes pour les étudiants des États arabes, de l'Asie centrale, de l'Afrique subsaharienne et de l'Europe occidentale que pour leurs pairs d'autres régions. L'Asie centrale est même passée devant l'Afrique pour ce qui est de la part d'étudiants préparant leur doctorat à l'étranger (voir figure 2.10).

Des programmes nationaux et régionaux en Europe et en Asie encouragent les étudiants en doctorat à aller poursuivre leurs études à l'étranger. Le gouvernement vietnamien finance par exemple les études de doctorat à l'étranger de ses ressortissants afin que 20 000 titulaires d'un doctorat viennent grossir les rangs du personnel enseignant des universités du pays d'ici à 2020. L'Arabie saoudite a adopté une approche similaire. La Malaisie prévoit pour sa part de devenir avant 2020 la sixième destination principale dans le monde des étudiants d'université internationaux. Entre 2007 et 2012, le nombre d'étudiants étrangers a presque doublé en Malaisie pour dépasser le chiffre de 56 000 (chapitre 26). L'Afrique du Sud a accueilli quelque 61 000 étudiants étrangers en 2009, dont les deux tiers venaient d'autres pays de la SADC (chapitre 20). Cuba est une destination de choix pour les étudiants d'Amérique latine (chapitre 7).

L'autre moitié du capital humain est encore minoritaire

Alors que les pays font face à la nécessité de créer un réservoir de scientifiques ou de chercheurs à la hauteur de leurs ambitions de développement, ils révisent leur attitude en matière d'égalité des genres. Dans certains États arabes, les femmes sont aujourd'hui plus nombreuses que les hommes dans les départements de sciences exactes et naturelles, de médecine et d'agriculture des universités (chapitre 17). L'Arabie saoudite prévoit de créer 500 centres de formation professionnelle, dont la moitié formeront de jeunes adolescentes, afin de réduire sa dépendance à l'égard des travailleurs étrangers (chapitre 17). Environ 37 % des chercheurs dans le monde arabe sont des femmes, soit plus que dans l'Union européenne (33 %).

Dans l'ensemble, les femmes sont minoritaires dans le monde de la recherche. En outre, elles ont généralement un accès plus limité aux financements que les hommes et sont moins représentées dans les universités prestigieuses et parmi les enseignants de haut rang, ce qui constitue pour elles un obstacle supplémentaire à la publication dans des revues à fort impact (chapitre 3). Les régions présentant la plus forte proportion de chercheuses sont l'Europe du Sud-Est (49 %), les Caraïbes, l'Asie centrale et l'Amérique latine (44 %). L'Afrique subsaharienne compte 30 % de femmes et l'Asie du Sud 17 %. L'Asie du Sud-Est offre un tableau contrasté, les femmes représentant par exemple 52 % des chercheurs aux Philippines et en Thaïlande, mais seulement 14 % au Japon et 18 % en République de Corée (chapitre 3).

Globalement, les femmes ont atteint la parité (45 à 55 %) aux niveaux de la licence et de la maîtrise, où elles représentent 53 % des étudiants. Au niveau du doctorat, elles retombent en dessous du seuil de parité, avec un pourcentage de 43 %. L'écart

se creuse au niveau de la recherche, où elles ne représentent plus que 28,4 % des chercheurs, et devient un gouffre aux plus hauts échelons de la prise de décisions (chapitre 3).

Un certain nombre de pays ont adopté des politiques visant à promouvoir l'égalité des genres. Trois exemples en sont l'Allemagne, où l'accord de coalition de 2013 a institué un quota de 30 % de femmes dans les conseils d'administration des entreprises ; le Japon, où les critères de sélection des boursiers dans les principales universités tiennent désormais compte de la proportion de femmes parmi les enseignants et les chercheurs ; et la République du Congo, qui a créé en 2012 un Ministère de la promotion de la femme et de l'intégration de la femme au développement national.

TENDANCES EN MATIÈRE DE PRODUCTION DE CONNAISSANCES

L'Union européenne demeure leader mondial pour les publications

L'Union européenne est toujours en tête pour les publications (34 %), suivie par les États-Unis avec 25 % (tableau 1.4). Malgré ces chiffres impressionnants, les parts de l'Union européenne et des États-Unis dans le monde ont toutes deux diminué au cours des cinq dernières années, tandis que la Chine poursuivait son ascension fulgurante : les publications chinoises ont presque doublé en cinq ans pour atteindre 20 % du total mondial. Il y a dix ans, la Chine ne représentait que 5 % des publications dans le monde. Cette croissance rapide témoigne de l'arrivée à maturation du système de recherche chinois, en termes d'investissement comme de nombre de chercheurs ou de publications.

En ce qui concerne la spécialisation relative dans les différentes disciplines scientifiques, la figure 1.5 fait apparaître de gros écarts entre pays. Les pays dominants en matière scientifique semblent relativement forts dans le domaine de l'astronomie et relativement faibles dans celui des sciences agricoles. Tel est en particulier le cas du Royaume-Uni, où les sciences sociales sont également solidement représentées. Le point fort de la France demeure semble-t-il les mathématiques. Les États-Unis et le Royaume-Uni mettent davantage l'accent sur les sciences de la vie et la médecine, et le Japon sur la chimie.

Parmi les pays BRICS, on note des différences frappantes. La Russie se distingue par une forte spécialisation dans la physique, l'astronomie, les géosciences, les mathématiques et la chimie. En revanche, la production scientifique de la Chine offre un tableau assez équilibré, à l'exception de la psychologie, des sciences sociales et des sciences de la vie, pour lesquelles elle se situe nettement en dessous de la moyenne. Le Brésil est relativement avancé dans les domaines de l'agriculture et des sciences de la vie. La Malaisie se spécialise sans surprise dans les disciplines de l'ingénieur et l'informatique.

Au cours des cinq dernières années, plusieurs tendances nouvelles se sont dessinées concernant les priorités nationales en matière de recherche. Certaines des données relatives aux publications scientifiques reflètent ces priorités, mais sans offrir une image suffisamment détaillée de la distribution entre disciplines. L'énergie, par exemple, est devenue une préoccupation primordiale, mais la recherche dans ce domaine se répartit entre plusieurs disciplines.

L'innovation est présente dans les pays de tous niveaux de revenu

Comme le montre le chapitre 2, et contrairement à certaines idées reçues, les comportements innovants s'observent dans des pays de tous niveaux de revenu. Les différences significatives dans le taux d'innovation et les typologies que l'on constate entre pays en développement ayant par ailleurs des niveaux de revenu comparables présentent un intérêt particulier du point de vue des politiques. Selon une enquête sur l'innovation réalisée par l'Institut de statistique de l'UNESCO (chapitre 2), les entreprises innovantes tendent à se regrouper dans des foyers de recherche bien localisés, comme le littoral en Chine ou l'État de São Paolo au Brésil. L'enquête donne à penser qu'avec le temps, les flux d'IDE liés à la R&D assurent une diffusion plus uniforme de l'innovation partout dans le monde.

Alors que les politiques décidées à un niveau élevé visent bien souvent à promouvoir l'investissement en R&D, l'enquête sur l'innovation fait ressortir l'intérêt potentiel, pour les entreprises, d'acquérir des connaissances extérieures ou de faire de l'innovation non technologique (chapitre 2). L'enquête confirme la faible interaction entre entreprises, d'une part, et universités et laboratoires publics, d'autre part. Cette tendance préoccupante est soulignée dans de nombreux chapitres du présent rapport, notamment ceux qui sont consacrés au Brésil (chapitre 8), au bassin de la mer Noire (chapitre 12), à la Fédération de Russie (chapitre 13), aux États arabes (chapitre 17) et à l'Inde (chapitre 22).

Le comportement en matière de brevets permet de mieux comprendre l'impact de l'innovation. Les brevets « triadiques » – expression qui désigne les brevets déposés par un même inventeur auprès des offices de brevets des États-Unis, de l'Union européenne et du Japon – est un indicateur de la propension d'un pays à viser une compétitivité au niveau mondial fondée sur la technologie. La domination générale des économies à revenu élevé est frappante à cet égard (tableau 1.5 et figure 1.6). La République de Corée et la Chine sont les seuls pays qui ont sensiblement écorné la position dominante de la Triade en ce qui concerne cet indicateur. Même si la part mondiale des pays non membres du G20 a triplé en dix ans de 2002 à 2012, elle demeure dérisoire (1,2 %). Le tableau 1.5 illustre de même l'extrême concentration des dépôts de brevets en Amérique du Nord, en Asie et en Europe : le reste du monde représente à peine 2 % du total mondial.

Les Nations Unies discutent actuellement de la manière pratique de mettre en œuvre la banque de technologie qu'il est proposé de créer à l'intention des pays les moins avancés[7]. Cette banque a pour objet d'améliorer l'accès de ces pays aux technologies mises au point ailleurs et leur capacité de déposer des brevets. Lors du Sommet sur le développement durable tenu à New York (États-Unis) en septembre 2015, les Nations Unies ont créé un mécanisme de facilitation des technologies propres et respectueuses de l'environnement, qui contribuera aussi à la réalisation des nouveaux objectifs de développement durable (*Programme 2030*) adoptés ce même mois.

7. Voir http://www.un.org/press/fr/2014/note_no._6431.doc.htm.

Tableau 1.4 : **Parts des publications scientifiques dans le monde, 2008 et 2014**

	Nombre total de publications		Évolution (%) 2008–2014	Part des publications dans le monde (%)		Publications par million d'habitants		Publications par des coauteurs internationaux (%)	
	2008	2014		2008	2014	2008	2014	2008	2014
Monde	**1 029 471**	**1 270 425**	**23,4**	**100,0**	**100,0**	**153**	**176**	**20,9**	**24,9**
Économies à revenu élevé	812 863	908 960	11,8	79,0	71,5	653	707	26,0	33,8
Économies à revenu intermédiaire (tranche supérieure)	212 814	413 779	94,4	20,7	32,6	91	168	28,0	28,4
Économies à revenu intermédiaire (tranche inférieure)	58 843	86 139	46,4	5,7	6,8	25	33	29,2	37,6
Économies à faible revenu	4 574	7 660	67,5	0,4	0,6	6	9	80,1	85,8
Amériques	**369 414**	**417 372**	**13,0**	**35,9**	**32,9**	**403**	**428**	**29,7**	**38,2**
Amérique du Nord	325 942	362 806	11,3	31,7	28,6	959	1 013	30,5	39,6
Amérique latine	50 182	65 239	30,0	4,9	5,1	93	112	34,5	41,1
Caraïbes	1 289	1 375	6,7	0,1	0,1	36	36	64,6	82,4
Europe	**438 450**	**498 817**	**13,8**	**42,6**	**39,3**	**542**	**609**	**34,8**	**42,1**
Union européenne	379 154	432 195	14,0	36,8	34,0	754	847	37,7	45,5
Europe du Sud-Est	3 314	5 505	66,1	0,3	0,4	170	287	37,7	43,3
Association européenne de libre-échange	26 958	35 559	31,9	2,6	2,8	2 110	2 611	62,5	70,1
Europe. autres	51 485	57 208	11,1	5,0	4,5	188	207	27,2	30,3
Afrique	**20 786**	**33 282**	**60,1**	**2,0**	**2,6**	**21**	**29**	**52,3**	**64,6**
Afrique subsaharienne	11 933	18 014	51,0	1,2	1,4	15	20	57,4	68,7
États arabes d'Afrique	8 956	15 579	74,0	0,9	1,2	46	72	46,0	60,5
Asie	**292 230**	**501 798**	**71,7**	**28,4**	**39,5**	**73**	**118**	**23,7**	**26,1**
Asie centrale	744	1 249	67,9	0,1	0,1	12	18	64,0	71,3
États arabes d'Asie	5 842	17 461	198,9	0,6	1,4	46	118	50,3	76,8
Asie de l'Ouest	22 981	37 946	65,1	2,2	3,0	239	368	33,0	33,3
Asie du Sud	41 646	62 468	50,0	4,0	4,9	27	37	21,2	27,8
Asie du Sud-Est	224 875	395 897	76,1	21,8	31,2	105	178	23,7	25,2
Océanie	**35 882**	**52 782**	**47,1**	**3,5**	**4,2**	**1 036**	**1 389**	**46,8**	**55,7**
Autres groupes									
Pays les moins avancés	4 191	7 447	77,7	0,4	0,6	5	8	79,7	86,8
États arabes. ensemble	14 288	29 944	109,6	1,4	2,4	44	82	45,8	65,9
OCDE	801 151	899 810	12,3	77,8	70,8	654	707	25,8	33,3
G20	949 949	1 189 605	25,2	92,3	93,6	215	256	22,4	26,2
Pays (sélection)									
Afrique du Sud	5 611	9 309	65,9	0,5	0,7	112	175	51,9	60,5
Allemagne	79 402	91 631	15,4	7,7	7,2	952	1 109	48,6	56,1
Argentine	6 406	7 885	23,1	0,6	0,6	161	189	44,9	49,3
Brésil	28 244	37 228	31,8	2,7	2,9	147	184	25,6	33,5
Canada	46 829	54 631	16,7	4,5	4,3	1 403	1 538	46,6	54,5
Chine	102 368	256 834	150,9	9,9	20,2	76	184	23,4	23,6
Égypte	4 147	8 428	103,2	0,4	0,7	55	101	38,0	60,1
États-Unis d'Amérique	289 769	321 846	11,1	28,1	25,3	945	998	30,5	39,6
Fédération de Russie	27 418	29 099	6,1	2,7	2,3	191	204	32,5	35,7
France	59 304	65 086	9,7	5,8	5,1	948	1 007	49,3	59,1
Inde	37 228	53 733	44,3	3,6	4,2	32	42	18,5	23,3
Iran	11 244	25 588	127,6	1,1	2,0	155	326	20,5	23,5
Israël	10 576	11 196	5,9	1,0	0,9	1 488	1 431	44,6	53,1
Japon	76 244	73 128	-4,1	7,4	5,8	599	576	24,5	29,8
Malaisie	2 852	9 998	250,6	0,3	0,8	104	331	42,3	51,6
Mexique	8 559	11 147	30,2	0,8	0,9	74	90	44,7	45,9
République de Corée	33 431	50 258	50,3	3,2	4,0	698	1 015	26,6	28,8
Royaume-Uni	77 116	87 948	14,0	7,5	6,9	1 257	1 385	50,4	62,0
Turquie	18 493	23 596	27,6	1,8	1,9	263	311	16,3	21,6

Remarque : La somme des chiffres et des pourcentages indiqués pour les diverses régions dépasse le chiffre total, ou 100 %, du fait que les travaux signés par de multiples auteurs issus de différentes régions sont intégralement comptabilisés dans chacune de ces régions.

Source : Plate-forme de recherche Web of Science de Thomson Reuters, Science Citation Index Expanded, compilé par Science-Metrix pour l'UNESCO, mai 2015.

Figure 1.5 : **Tendances en matière de publications scientifiques dans le monde, 2008 et 2014**

13,8 %

Taux de croissance du nombre de publications par des auteurs issus d'Europe entre 2008 et 2014

60,1 %

Taux de croissance du nombre de publications par des auteurs issus d'Afrique entre 2008 et 2014

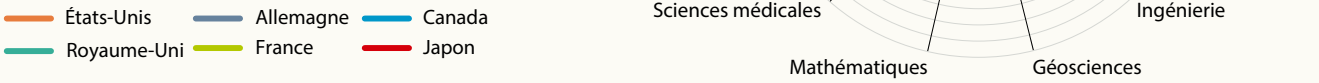
109,6 %

Taux de croissance du nombre de publications par des auteurs issus des États arabes entre 2008 et 2014

Spécialisation scientifique dans les grandes économies avancées

La France est en tête des pays du G-7 pour la spécialisation dans les mathématiques

Les pays du G-7 sont ceux qui divergent le plus pour la spécialisation dans la psychologie et les sciences sociales

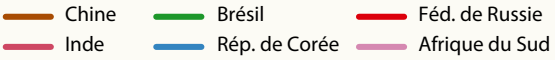


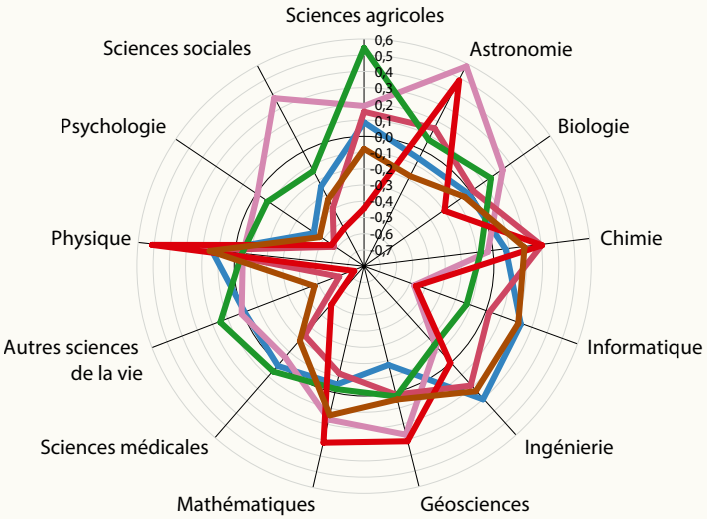
Spécialisation scientifique dans les grandes économies émergentes

La Russie est en tête des grandes économies émergentes pour les géosciences, la physique et les mathématiques mais derrière elles pour les sciences de la vie

La République de Corée, la Chine et l'Inde occupent une position dominante en sciences de l'ingénieur et en chimie

Le Brésil se spécialise dans les sciences agricoles, l'Afrique du Sud dans l'astronomie



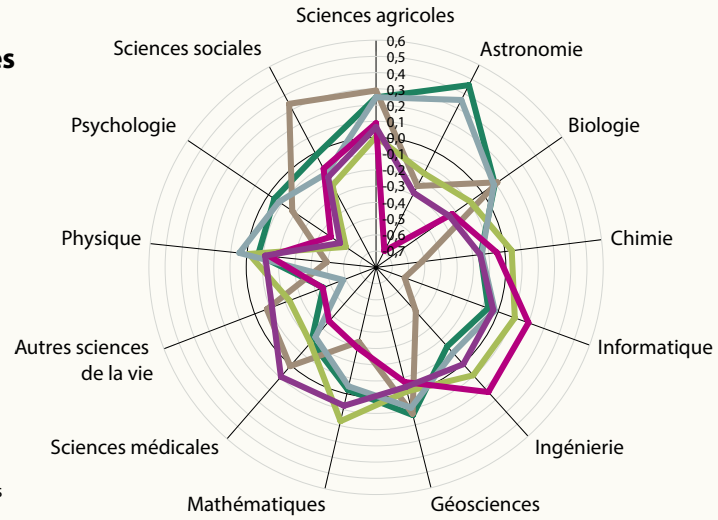


Spécialisation scientifique dans d'autres économies nationales et régionales émergentes

L'Afrique subsaharienne et l'Amérique latine affichent une concentration similaire pour l'agriculture et les géosciences

Les États arabes mettent plus l'accent sur les mathématiques et moins sur la psychologie





Source : UNU-MERIT, basé sur le Web of Science (Thomson Reuters) ; données traitées par Science-Metrix.

Tableau 1.5 : **Brevets de l'USPTO, 2008 et 2013**

Par région ou pays de l'inventeur

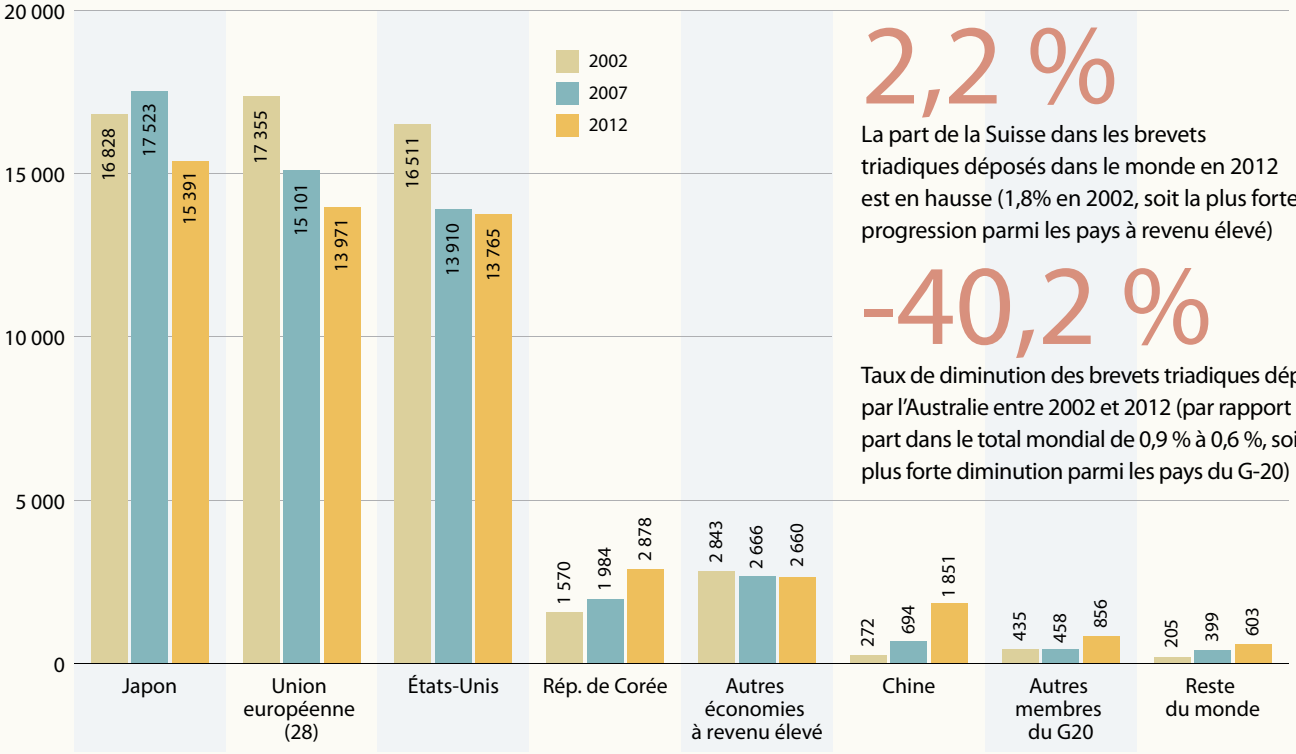
	Brevets de l'USPTO			
	Total		Part dans le monde (%)	
	2008	2013	2008	2013
Monde	**157 768**	**277 832**	**100,0**	**100,0**
Économies à revenu élevé	149 290	258 411	94,6	93,0
Économies à revenu intermédiaire (tranche supérieure)	2 640	9 529	1,7	3,4
Économies à revenu intermédiaire (tranche inférieure)	973	3 586	0,6	1,3
Économies à faible revenu	15	59	0,0	0,0
Amériques	83 339	145 741	52,8	52,5
Amérique du Nord	83 097	145 114	52,7	52,2
Amérique latine	342	829	0,2	0,3
Caraïbes	21	61	0,0	0,0
Europe	**25 780**	**48 737**	**16,3**	**17,5**
Union européenne	24 121	45 401	15,3	16,3
Europe du Sud-Est	4	21	0,0	0,0
Association européenne de libre-échange	1 831	3 772	1,2	1,4
Europe, autres	362	773	0,2	0,3
Afrique	**137**	**303**	**0,1**	**0,1**
Afrique subsaharienne	119	233	0,1	0,1
États arabes d'Afrique	18	70	0,0	0,0
Asie	**46 773**	**83 904**	**29,6**	**30,2**
Asie centrale	3	8	0,0	0,0
États arabes d'Asie	81	426	0,1	0,2
Asie de l'Ouest	1 350	3 464	0,9	1,2
Asie du Sud	855	3 350	0,5	1,2
Asie du Sud-Est	44 515	76 796	28,2	27,6
Océanie	**1 565**	**2 245**	**1,0**	**0,8**
Autres groupes				
Pays les moins avancés	7	23	0,0	0,0
États arabes, ensemble	99	492	0,1	0,2
OCDE	148 658	257 066	94,2	92,5
G20	148 608	260 904	94,2	93,9
Pays (sélection)				
Afrique du Sud	102	190	0,1	0,1
Allemagne	9 901	17 586	6,3	6,3
Argentine	45	114	0,0	0,0
Brésil	142	341	0,1	0,1
Canada	3 936	7 761	2,5	2,8
Chine	1 757	7 568	1,1	2,7
Égypte	10	52	0,0	0,0
États-Unis d'Amérique	79 968	139 139	50,7	50,1
Fédération de Russie	281	591	0,2	0,2
France	3 683	7 287	2,3	2,6
Inde	848	3 317	0,5	1,2
Iran	3	43	0,0	0,0
Israël	1 337	3 405	0,8	1,2
Japon	34 198	52 835	21,7	19,0
Malaisie	200	288	0,1	0,1
Mexique	90	217	0,1	0,1
République de Corée	7 677	14 839	4,9	5,3
Royaume-Uni	3 828	7 476	2,4	2,7
Turquie	35	113	0,0	0,0

Remarque : La somme des chiffres, et des pourcentages, pour les diverses régions dépasse le chiffre total, ou 100 %, du fait que les brevets ayant de multiples cessionnaires ou inventeurs issus de différentes régions sont intégralement comptabilisés dans chacune de ces régions.

Source : Données de l'Office des brevets et des marques des États-Unis d'Amérique (USPTO), PATSTAT, compilées pour l'UNESCO par Science-Metrix, juin 2015.

Figure 1.6 : **Tendances des brevets triadiques dans le monde, 2002, 2007 et 2012**

Nombre de brevets triadiques, 2002, 2007 et 2012



2,2 %

La part de la Suisse dans les brevets triadiques déposés dans le monde en 2012 est en hausse (1,8% en 2002, soit la plus forte progression parmi les pays à revenu élevé)

-40,2 %

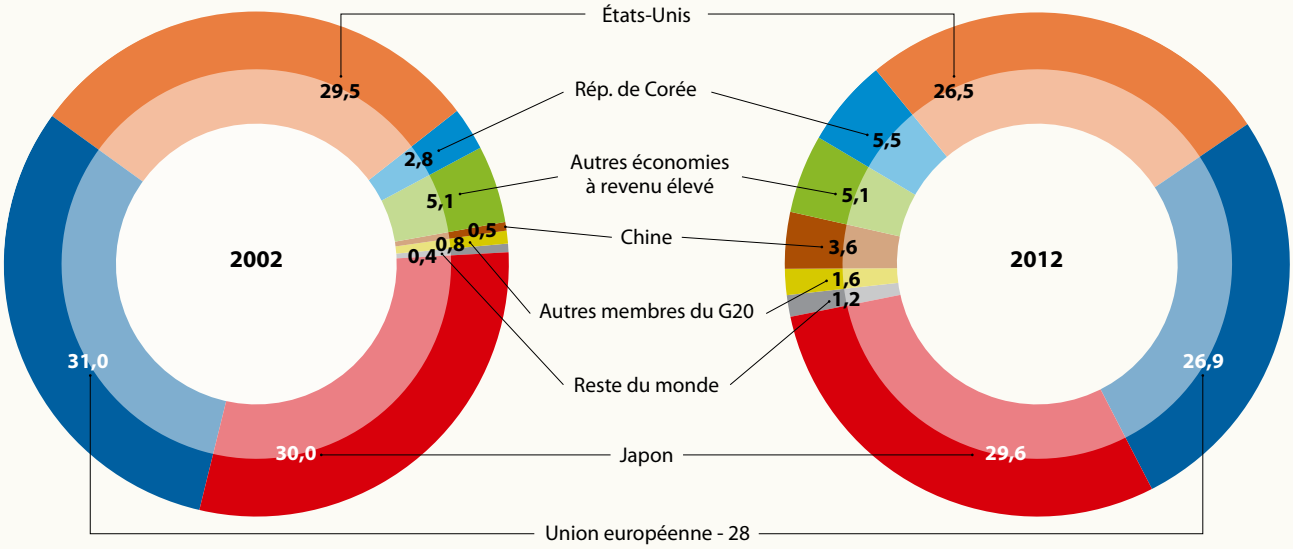
Taux de diminution des brevets triadiques déposés par l'Australie entre 2002 et 2012 (par rapport à une part dans le total mondial de 0,9 % à 0,6 %, soit la plus forte diminution parmi les pays du G-20)

Au sein de la Triade, l'Union européenne et les États-Unis affichent la plus forte contraction de leur part dans le total mondial des brevets triadiques entre 2002 et 2012

La part des brevets triadiques de la République de Corée a presque doublé, pour atteindre 5,5 % entre 2002 et 2012

La part des brevets triadiques de la Chine est passée de 0,5 % à 3,6 % tandis que les autres membres du G20 doublaient leur part dans le total mondial, qui a atteint 1,6 % en moyenne

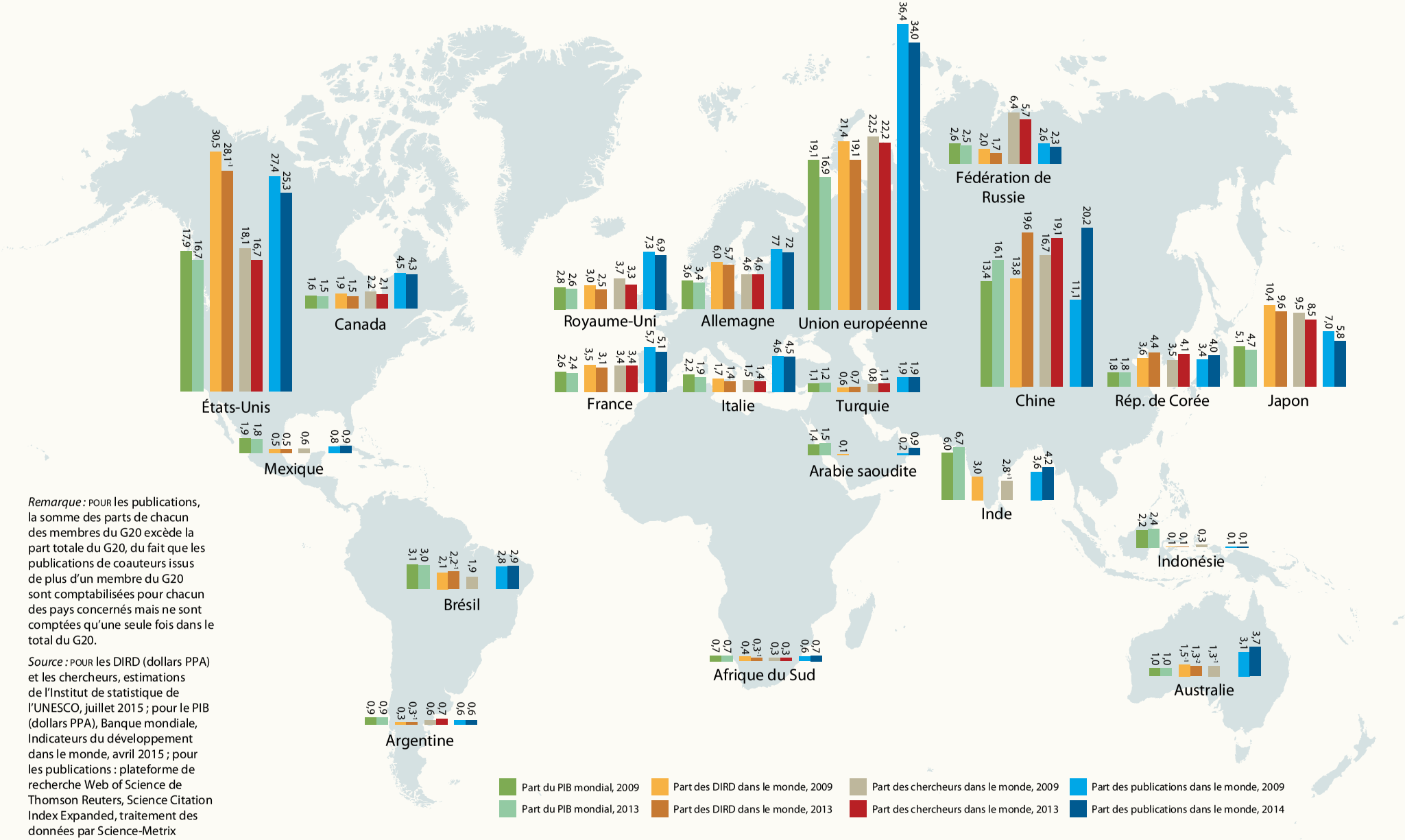
Parts dans le total mondial des brevets triadiques, 2002 et 2012 (%)



Remarque : Prévision immédiate du nombre de brevets triadiques, base de données de l'USPTO, 2002, 2007 et 2012 ; on entend par « brevets triadiques » des brevets identiques déposés auprès de l'Organisation européenne des brevets (OEB), de l'United States Patent and Trademark Office (USPTO) et de l'Office des brevets du Japon (JPO) pour la même invention et par le même déposant ou inventeur.

Source : institut de statistique de l'UNESCO, à partir de la base de données en ligne de l'OCDE (OCDE.Stat), août 2015.

Figure 1.7 : **G20 : parts du PIB, des DIRD, des chercheurs et des publications scientifiques dans le monde, 2009 et 2013 (%)**



Remarque : POUR les publications, la somme des parts de chacun des membres du G20 excède la part totale du G20, du fait que les publications de coauteurs issus de plus d'un membre du G20 sont comptabilisées pour chacun des pays concernés mais ne sont comptées qu'une seule fois dans le total du G20.

Source : POUR les DIRD (dollars PPA) et les chercheurs, estimations de l'Institut de statistique de l'UNESCO, juillet 2015 ; pour le PIB (dollars PPA), Banque mondiale, Indicateurs du développement dans le monde, avril 2015 ; pour les publications : plateforme de recherche Web of Science de Thomson Reuters, Science Citation Index Expanded, traitement des données par Science-Metrix

EXAMEN DÉTAILLÉ DES PAYS ET RÉGIONS

Cette nouvelle édition du *Rapport de l'UNESCO sur la science* couvre un nombre sans précédent de pays, signe que la science, la technologie et l'innovation (STI) sont de plus en plus reconnues partout dans le monde comme un moteur du développement. La présente section récapitule les tendances et évolutions les plus instructives qui se dégagent des chapitres 4 à 27.

Le **Canada** (chapitre 4) a réussi à éviter les répercussions les plus graves de la crise financière qui a frappé les États-Unis en 2008, grâce à la robustesse de son système bancaire et de ses secteurs de l'énergie et des ressources naturelles, mais la baisse des cours mondiaux du pétrole depuis 2014 change la donne.

Deux faiblesses importantes qui ressortent du *Rapport de l'UNESCO sur la science* persistent : la tiédeur de l'engagement du secteur privé en faveur de l'innovation et l'absence d'un vigoureux agenda national de formation et de recrutement de talents dans les domaines de la science et de l'ingénierie. La recherche universitaire demeure dans l'ensemble relativement solide, avec un taux moyen de citation supérieur à la moyenne de l'OCDE, mais le Canada perd du terrain dans les classements relatifs à l'enseignement supérieur. Un facteur de vulnérabilité additionnel se fait jour : des politiques presque exclusivement préoccupées d'utiliser la science comme un levier du commerce, souvent au détriment de recherches essentielles « d'intérêt public », à quoi s'ajoute la réduction des effectifs des organismes et services publics chargés de la science.

Une récente étude gouvernementale a décelé un possible décalage entre les atouts du Canada en matière de science et de technologie, d'une part, et sa compétitivité sur le plan de la R&D industrielle et sur le plan économique, d'autre part. Même si, globalement, la R&D industrielle demeure faible, quatre secteurs font preuve d'une vigueur remarquable : la fabrication de produits et pièces dans le domaine aérospatial, les technologies de l'information et de la communication (TIC), l'extraction de pétrole et de gaz, et l'industrie pharmaceutique.

Entre 2010 et 2013, le Canada a vu ses dépenses extérieures brutes de R&D en pourcentage du PIB (DIRD/PIB) tomber à leur niveau le plus bas depuis dix ans (1,63 %). Parallèlement, la part des entreprises dans le financement de la R&D a reculé de 51,2 % (2006) à 46,4 %. Les secteurs pharmaceutique, chimique, primaire et métallique ont tous connu une érosion des dépenses de R&D. En conséquence, les effectifs employés dans la R&D industrielle ont diminué de 23,5 % entre 2008 et 2012.

Parmi les évolutions notables depuis 2010, citons le regain d'intérêt pour la recherche et les connaissances polaires, le soutien accru aux universités, la multiplication des applications de génomique dans le cadre de Génome Canada, le *Plan d'action sur le capital de risque* (2013), le partenariat entre le Canada et le Programme EUREKA de l'Union européenne et la *Stratégie en matière d'éducation internationale*, qui vise à attirer un plus grand nombre d'étudiants étrangers au Canada et à accroître au maximum les opportunités de partenariats mondiaux.

Aux **États-Unis d'Amérique** (chapitre 5), le PIB a suivi une courbe ascendante depuis 2010. Néanmoins, la reprise après la récession de 2008-2009 demeure fragile. Malgré la baisse des niveaux de chômage, les salaires stagnent. Certains signes montrent que le train de mesures adopté en 2009 pour stimuler l'économie dans le cadre de la loi en faveur de la reprise et du réinvestissement *(American Recovery and Reinvestment Act)* a sans doute atténué les risques de pertes d'emploi dans le secteur des sciences et de la technologie, du fait qu'une part importante de ces mesures était destinée à soutenir la R&D.

Depuis 2010, l'investissement fédéral dans la R&D a stagné par suite de la récession. L'industrie a néanmoins maintenu son effort de R&D, en particulier dans les secteurs en pleine croissance et bénéficiant d'importants débouchés. De ce fait, la dépense totale de R&D n'a que légèrement fléchi, les sources industrielles en représentant une part grandissante depuis 2010. Les DIRD augmentent désormais et l'investissement du secteur des entreprises dans l'innovation semble s'accélérer.

Pour la plupart, les 11 organismes publics qui gèrent l'essentiel de la R&D financée par le gouvernement fédéral ont vu leur budget stagner ces cinq dernières années. Le Département de la défense a même connu une baisse marquée, reflet du désengagement militaire en Afghanistan et en Iraq, d'où un moindre besoin des technologies qui y étaient utilisées. Le déclin de la R&D dans les domaines autres que la défense semble dû à la fois à la baisse des crédits fédéraux alloués à des programmes de recherche spécifiques et aux restrictions budgétaires instituées par le Congrès en 2013 pour réduire le déficit, par des coupes automatiques dans le budget fédéral totalisant 1000 milliards de dollars.

Cette tendance touche tout particulièrement la recherche fondamentale et d'intérêt public dans des domaines tels que les sciences de la vie, l'énergie et le climat, qui constituent des priorités de l'exécutif. Pour relever les « grands défis » définis par le président en 2013 dans ces domaines prioritaires, le gouvernement favorise les partenariats tripartites entre l'industrie, les acteurs sans but lucratif et le secteur public. Parmi les actions phares conçues selon ce modèle de collaboration figurent l'Initiative BRAIN (Brain Research through Advancing Innovative Neurotechnologies), le partenariat pour un secteur manufacturier de pointe et la loi sur l'engagement des entreprises américaines pour le climat (*American Business Act on Climate Pledge*) qui, en 2015, a permis au gouvernement de recueillir auprès de ses partenaires industriels des promesses de financement d'un montant de 140 milliards de dollars.

Alors que la R&D industrielle prospère, les restrictions budgétaires ont profondément creusé le budget de la recherche des universités. Celles-ci ont alors cherché de nouvelles sources de financement dans l'industrie et recouru massivement aux contrats temporaires et à du personnel auxiliaire. Cela a un effet négatif sur le moral des jeunes chercheurs comme des scientifiques confirmés et en incite certains à envisager un changement de carrière ou l'émigration. Parallèlement, le taux de retour dans les pays d'origine des étudiants étrangers résidant aux États-Unis augmente, à mesure que le niveau de développement s'améliore dans ces pays.

Les **pays de la Communauté des Caraïbes (CARICOM)** [chapitre 6] ont été affectés par le ralentissement après 2008 de l'économie des pays développés dont dépendent fortement leurs échanges commerciaux. Une fois acquittées leurs obligations au titre du service de la dette, les États ne disposent plus de beaucoup de ressources pour financer le développement socioéconomique. Nombreux sont aussi les pays fortement tributaires des recettes volatiles provenant du tourisme et des envois de fonds des travailleurs expatriés.

La région est exposée aux catastrophes naturelles. Une infrastructure fondée sur les énergies fossiles coûteuse et vieillissante et une vulnérabilité extrême face au changement climatique font des énergies renouvelables une priorité évidente des recherches futures. Le *Plan pour l'atténuation des effets du changement climatique* et un développement résilient (2011–2021) du Centre sur le changement climatique de la Communauté des Caraïbes est une mesure essentielle dans cette direction.

La santé est une autre grande priorité, et la région s'enorgueillit de plusieurs centres d'excellence dans ce domaine. L'un d'eux, l'Université St-Georges, produit 94 % des publications scientifiques de la Grenade. Du fait de l'accroissement remarquable des travaux publiés par cette université depuis quelques années, la Grenade n'est aujourd'hui dépassée sur le plan du volume des publications recensées dans les catalogues internationaux que par deux pays plus vastes qu'elle : la Jamaïque et la Trinité-et-Tobago.

L'un des plus gros défis que la région devra relever est de se doter d'une culture de la recherche plus dynamique. Même la Trinité-et-Tobago, plus riche, ne consacre à la R&D que 0,05 % de son PIB (2012). L'insuffisance des données disponibles rend difficile pour la plupart de ces pays la formulation d'une politique de STI fondée sur des éléments factuels. Les quelques foyers d'excellence en matière de recherche universitaire ou industrielle doivent en général plus à l'énergie de quelques individus qu'à un quelconque cadre d'orientation.

Le *Plan stratégique pour la Communauté des Caraïbes* (2015–2019) est une première dans la région. Ce document de planification appelle à promouvoir l'innovation et la créativité, l'entrepreneuriat, la maîtrise de l'outil informatique et l'inclusion. Les pays de la CARICOM ont beaucoup à gagner d'une approche véritablement régionale de la STI, qui réduirait les doubles emplois et favoriserait les synergies dans le domaine de la recherche. Il existe déjà quelques bases régionales sur lesquelles s'appuyer, parmi lesquelles l'Université des Indes occidentales et la Fondation des Caraïbes pour la science.

En **Amérique latine** (chapitre 7), le développement socioéconomique marque le pas après une décennie florissante, en particulier pour les exportateurs de matières premières de la région, mais la production et l'exportation de produits de haute technicité demeurent marginales dans la plupart des pays latino-américains.

La recherche et l'innovation occupent néanmoins une place de plus en plus importante dans les politiques publiques. Plusieurs pays ont adopté des instruments de promotion de la STI très élaborés. La région pilote aussi des efforts visant à comprendre et développer le rôle des systèmes de savoir autochtones dans le développement.

À l'exception toutefois du Brésil (chapitre 8), aucun pays d'Amérique latine ne présente un volume de R&D comparable à celui d'une économie de marché émergente dynamique. Pour réduire l'écart, ces pays doivent tout d'abord se doter d'un plus grand nombre de chercheurs. Il est donc encourageant de constater l'accroissement de l'investissement dans l'enseignement supérieur, de même que celui de la production scientifique et de la collaboration internationale dans le domaine de la science.

Les performances modestes de l'Amérique latine en matière de brevets révèlent une absence de volonté de faire de la technologie un levier de la compétitivité. On note cependant une tendance à déposer un plus grand nombre de brevets dans des secteurs liés aux ressources naturelles comme l'exploitation minière et l'agriculture, qui est en grande partie le fait d'établissements de recherche publics.

Pour mettre plus efficacement la STI au service du développement, certains pays d'Amérique latine ont adopté des mesures de soutien des secteurs stratégiques comme l'agriculture, l'énergie et les TIC, en mettant aussi l'accent sur les biotechnologies et les nanotechnologies. L'Argentine, le Brésil, le Chili, le Mexique et l'Uruguay en sont des exemples. D'autres pays financent la science et la recherche afin de développer l'innovation endogène, comme le Panama, le Paraguay et le Pérou, ou mettent en œuvre des stratégies de grande envergure pour stimuler la compétitivité, comme le font la République dominicaine, El Salvador et le Guatemala.

Les technologies favorisant le développement durable sont une priorité nouvelle dans toute l'Amérique latine, en particulier dans le domaine des énergies renouvelables, mais la région doit faire davantage pour réduire l'écart avec les marchés émergents dynamiques dans le secteur des activités manufacturières axées sur la technologie. Pour commencer, il faut assurer une plus grande stabilité par des politiques de STI à long terme en évitant une multiplication pléthorique de stratégies et d'initiatives.

Le **Brésil** (chapitre 8) connaît depuis 2011 un ralentissement de son économie qui a amoindri sa capacité de faire de la croissance un facteur d'inclusion sociale. Ce ralentissement a eu pour cause un affaiblissement des marchés internationaux des matières premières, combiné aux effets pervers de politiques économiques conçues pour stimuler la consommation. Au début de 2015, le Brésil est entré en récession pour la première fois depuis six ans.

La productivité de la main-d'œuvre a stagné, en dépit des diverses politiques visant à la redynamiser. Les niveaux de productivité étant une indication du taux d'absorption et de création de l'innovation, il y a lieu de penser que le Brésil n'est pas parvenu à mettre cette dernière au service de la croissance économique. L'expérience du Brésil ressemble à celle de la Fédération de Russie et de l'Afrique du Sud, confrontées depuis 1980 à une même stagnation de la productivité de la main-d'œuvre, contrairement à la Chine et à l'Inde.

Tableau 1.6 : **Nombre d'utilisateurs d'Internet pour 100 habitants, 2008 et 2013**

	2008	2013
Monde	**23,13**	**37,97**
Économies à revenu élevé	64,22	78,20
Économies à revenu intermédiaire (tranche supérieure)	23,27	44,80
Économies à revenu intermédiaire (tranche inférieure)	7,84	21,20
Économies à faible revenu	2,39	7,13
Amériques	**44,15**	**60,45**
Amérique du Nord	74,26	84,36
Amérique latine	27,09	47,59
Caraïbes	16,14	30,65
Europe	**50,82**	**67,95**
Union européenne	64,19	75,50
Europe du Sud-Est	34,55	57,42
Association européenne de libre-échange	83,71	90,08
Europe, autres	25,90	53,67
Afrique	**8,18**	**20,78**
Afrique subsaharienne	5,88	16,71
États arabes d'Afrique	17,33	37,65
Asie	**15,99**	**31,18**
Asie centrale	9,53	35,04
États arabes d'Asie	19,38	38,59
Asie de l'Ouest	14,37	37,84
Asie du Sud	4,42	13,74
Asie du Sud-Est	24,63	43,58
Océanie	**54,50**	**64,38**
Autres groupes		
Pays les moins avancés	2,51	7,00
États arabes, ensemble	18,14	38,03
OCDE	63,91	75,39
G20	28,82	44,75
Pays (sélection)		
Afrique du Sud	8,43	48,90
Allemagne	78,00	83,96
Argentine	28,11	59,90
Brésil	33,83	51,60
Canada	76,70	85,80
Chine	22,60	45,80
Égypte	18,01	49,56
États-Unis d'Amérique	74,00	84,20
Fédération de Russie	26,83	61,40
France	70,68	81,92
Inde	4,38	15,10
Iran	10,24	31,40
Israël	59,39	70,80
Japon	75,40	86,25
Malaisie	55,80	66,97
Mexique	21,71	43,46
République de Corée	81,00	84,77
Royaume-Uni	78,39	89,84
Turquie	34,37	46,25

Source : Pour les données relatives au nombre d'utilisateurs d'Internet, Union internationale des télécommunications/base de données des indicateurs relatifs aux TIC, juin 2015, et estimations de l'Institut de statistique de l'UNESCO ; pour la population, Département des affaires économiques et sociales de l'ONU, Division de la population (2013) *Perspectives de la population mondiale : révision de 2012.*

Le volume de R&D dans le secteur public et le secteur commercial a augmenté au Brésil, mais le ratio DIRD/PIB reste en deçà de la cible de 1,50 % d'ici 2010 fixée par le gouvernement (1,15 % en 2012), et il est peu probable que les entreprises y contribuent comme il est souhaité à hauteur de 0,90 % du PIB d'ici 2014 (0,52 % en 2012). Les entreprises publiques et privées ont annoncé de fait une chute de l'activité d'innovation depuis 2008. Parmi les cibles énoncées dans le plan quadriennal du Brasil Maior (grand Brésil), seule celle qui consiste à élargir l'accès fixe au haut débit a donné lieu à des progrès tangibles. La part du Brésil dans les exportations mondiales a en réalité diminué (voir aussi tableau 1.6).

Les efforts du gouvernement pour corriger les rigidités de la recherche publique en créant une nouvelle catégorie d'organismes de recherche (« organisations sociales ») dotés de l'autonomie afin d'ouvrir la voie à des centres de recherche appliquant des méthodes modernes de gestion et nouant des liens plus étroits avec l'industrie, se sont soldés par quelques succès dans des domaines tels que les mathématiques appliquées ou le développement durable. L'excellence en matière de recherche demeure néanmoins l'apanage d'une poignée d'établissements, situés pour la plupart dans le sud du pays.

Le volume des publications brésiliennes a augmenté ces dernières années, mais le nombre de brevets déposés par le Brésil sur les grands marchés mondiaux reste peu élevé. Les transferts de technologie des établissements de recherche publics vers le secteur privé demeurent un important facteur d'innovation dans divers domaines allant de la médecine à la céramique, en passant par l'agriculture et les forages pétroliers en eaux profondes. Deux laboratoires nationaux ont été créés depuis 2008 afin de promouvoir le développement des nanotechnologies. Les universités ont aujourd'hui la capacité de produire des nanomatériaux pour une administration ciblée des médicaments mais, dans la mesure où les entreprises pharmaceutiques nationales sont dépourvues de capacités internes de R&D, les universités doivent travailler avec elles pour lancer des produits et processus nouveaux sur le marché.

Depuis 2008, l'**Union européenne** (chapitre 9) demeure enlisée dans une crise de la dette. Les taux de chômage ont grimpé, en particulier chez les jeunes. Tout en s'efforçant de consolider sa gouvernance macroéconomique, le projet d'union économique et politique d'États souverains le plus avancé du globe est en quête d'une stratégie de croissance qui porte ses fruits.

Europe 2020, la stratégie sur dix ans adoptée en 2010 pour une croissance avisée, durable et inclusive, vise à repositionner l'UE afin qu'elle réalise les objectifs encore non atteints de sa précédente *Stratégie de Lisbonne* en augmentant l'investissement dans la R&D (1,92 % du PIB en 2013), en complétant le marché intérieur (en particulier dans le secteur des services) et en promouvant l'utilisation des TIC. Des programmes additionnels ont été lancés depuis 2010, parmi lesquels l'ambitieuse initiative *Union de l'innovation*. En juillet 2015, la Commission Juncker a créé le Fonds européen pour les investissements stratégiques, nouvel outil de promotion de la croissance qui, à partir d'un faible financement public (21 milliards d'euros), doit mobiliser des investissements privés 14 fois plus importants (294 milliards d'euros).

L'Europe demeure un pôle d'excellence et de coopération internationale en matière de recherche fondamentale. Le Conseil européen de la recherche, premier organisme paneuropéen de financement de la recherche de pointe, a été créé en 2008. Entre 2008 et 2013, un tiers de l'ensemble des bénéficiaires de ses subventions avaient copublié des articles classés parmi les publications les plus citées dans le monde (premier centième du total). Le programme de recherche et d'innovation Horizon 2020, doté du plus gros budget jamais alloué à un programme-cadre communautaire (près de 80 milliards d'euros), est censé stimuler plus avant la production scientifique de l'Union européenne.

Même si le volume de R&D des 10 pays qui ont rejoint l'Union en 2004 reste inférieur à celui des membres de plus longue date, l'écart se resserre. On ne peut en dire de même pour la Bulgarie, la Croatie et la Roumanie, dont la contribution aux DIRD de l'UE a baissé entre 2007 et 2013.

Plusieurs États membres, dont l'Allemagne et la France, encouragent les activités manufacturières à forte intensité de technologie, ou cherchent à offrir aux petites et moyennes entreprises un accès accru aux financements. Quelque peu préoccupante est la baisse de la performance en matière d'innovation de 13 des 28 pays, du fait de la diminution de la part des entreprises innovantes, du nombre de partenariats scientifiques public-privé et du volume du capital-risque disponible.

Les économies de l'**Europe du Sud-Est** (chapitre 10) se situent à différentes étapes de l'intégration dans l'UE, qui demeure néanmoins un objectif commun : alors que la Slovénie est rattachée à la zone euro depuis 2007, l'Accord de stabilisation et d'association conclu par la Bosnie-Herzégovine avec l'UE n'est entré en vigueur qu'en juin 2015. En juillet 2014, tous les pays de la région non membres de l'Union ont annoncé leur décision de participer au programme Horizon 2020.

La Slovénie est souvent considérée comme un leader dans la région. Son ratio DIRD/PIB a augmenté, passant de 1,63 % à 2,59 % entre 2008 et 2013, mais la raison en est pour partie la contraction du PIB. C'est aussi le seul pays de l'Europe du Sud-Est où les entreprises commerciales financent et assurent la plus grosse part des activités de recherche-développement. Alors que la R&D industrielle stagnait dans la plupart des autres pays, son volume a progressé en Bosnie-Herzégovine, dans l'ex-République yougoslave de Macédoine et en Serbie ; en 2012, il était proche de 1 % en Serbie (0,91 %), qui faisait également meilleure figure dans les enquêtes sur l'innovation. Toutefois, même la Croatie et la Serbie, plus industrialisées, souffrent de la faiblesse des liens entre université et industrie. La forte augmentation du nombre de titulaires d'un doctorat a permis à la plupart des pays d'améliorer la densité de chercheurs sur leur territoire.

En 2013, les gouvernements ont adopté, sur le modèle de l'initiative communautaire du même nom, la *Stratégie 2020 de l'Europe du Sud-Est* dans laquelle ils se sont engagés à accroître leur intensité de R&D et celui de la main d'œuvre hautement qualifiée. Cette stratégie est complétée par la *Stratégie régionale de recherche-développement pour l'innovation des Balkans occidentaux* (2013), qui encourage les transferts de technologie des organismes de recherche publics vers le secteur privé et une collaboration accrue avec l'industrie, préconise une spécialisation avisée dans les domaines à forts débouchés, comme l'innovation et les énergies "vertes", et comprend un volet soutenu par l'Institut de statistique de l'UNESCO visant à mettre les statistiques de la région en conformité avec les normes de l'Union européenne d'ici à 2018.

L'**Association européenne de libre-échange** (chapitre 11) comprend quatre pays prospères qui conservent des liens étroits avec l'Union européenne, sans en faire partie. L'accord relatif à l'Espace économique européen signé il y a deux décennies confère aussi à l'Islande, au Liechtenstein et à la Norvège le statut de partenaires à part entière associés aux programmes de recherche de l'UE. La participation de la Suisse à ces programmes, vigoureuse dans le passé, s'est plus récemment limitée à des arrangements temporaires qui en limitent la portée à des programmes clés comme Excellence scientifique, sous réserve du règlement du différend avec l'UE sur la libre circulation des chercheurs communautaires en Suisse auquel ont donné lieu les résultats du référendum de février 2014.

La Suisse figure parmi les trois pays de l'OCDE se classant en tête pour l'innovation. Le secteur privé fait une large place à la recherche, même si la part des entreprises suisses investissant dans l'innovation a récemment diminué. La Suisse doit en partie son succès à sa capacité d'attirer des talents étrangers dans l'industrie privée et le secteur universitaire.

Avec un ratio DIRD/PIB de 1,7 % (2013), la Norvège reste en dessous de la moyenne des 28 pays de l'Union européenne, ainsi que du niveau de l'Islande (1,9 % en 2013) et de la Suisse (3,0 % en 2012). La part de sa population adulte possédant des qualifications du niveau de l'enseignement supérieur et/ou travaillant dans le secteur de la STI est parmi les plus élevées en Europe. À la différence de la Suisse, la Norvège a des difficultés à attirer des talents de l'étranger et à transformer les connaissances scientifiques en produits novateurs ; elle compte aussi une moindre proportion d'entreprises de haute technologie ayant des activités de R&D. Cette tendance pourrait réfléter un manque de mesures incitatives à rechercher la compétitivité dans un État-providence doté de riches ressources pétrolières.

L'Islande a été gravement affectée par la crise financière mondiale de 2008. Son intensité de R&D est tombée de 2,6 à 1,9 % entre 2007 et 2013. Bien que confrontée à l'exode des compétences, elle affiche un taux de publication excellent, dû en partie à la grande mobilité des scientifiques de la jeune génération. La plupart accomplissent une partie au moins de leur carrière à l'étranger et la moitié des doctorats sont obtenus aux États-Unis.

Malgré la petite taille du Liechtenstein, certaines de ses entreprises compétitives au niveau international dans le domaine des machines, de la construction et des technologies médicales font beaucoup de recherche-développement.

Rarement considérés comme constituant une région, les pays du **bassin de la mer Noire** (chapitre 12) sont des économies à revenu intermédiaire appelées à relever des défis communs en matière de STI. Malgré des trajectoires différentes, la plupart semblent converger en ce qui concerne les niveaux d'études et,

pour les plus vastes d'entre eux (comme la Turquie et l'Ukraine), le niveau d'industrialisation. La plupart sont attirés dans l'orbite de l'Union européenne pour ce qui est de la collaboration scientifique internationale.

Dans leurs documents stratégiques, les sept pays riverains de la mer Noire reconnaissent l'importance de l'innovation fondée sur la science pour l'accroissement à long terme de la productivité, y compris l'Azerbaïdjan où l'intensité de R&D a difficilement suivi la croissance induite par le pétrole dans les années 2000. Dans les pays post-soviétiques traditionnellement plus industrialisés que sont le Belarus et l'Ukraine, les DIRD ne sont plus aussi élevées que dans la période faste des années 1980, mais demeurent d'un niveau comparable à celui d'économies à revenu intermédiaire moins ambitieuses (0,7 à 0,8 % du PIB).

Dans les autres États post-soviétiques moins peuplés (Arménie, Géorgie et Republique de Moldova), l'instabilité qui a suivi la transition et l'absence de politiques et de financements à long terme ont conduit à l'obsolescence d'une part importante de l'infrastructure de recherche de l'ère soviétique et coupé les liens entre l'industrie moderne et la science. Ces pays disposent néanmoins de réels atouts. L'Arménie, par exemple, peut prétendre à l'excellence scientifique dans le domaine des TIC.

Les six États post-soviétiques souffrent tous de graves lacunes dans la disponibilité ou la comparabilité des données relatives à la R&D et au personnel, en partie parce que cet aspect de leur mutation en économies avancées demeure inachevé.

Partie de plus bas, la Turquie a surpassé les autres pays riverains de la mer Noire pour bon nombre de mesures quantitatives de la STI. Tout aussi impressionnante, sa transformation socioéconomique au cours de la dernière décennie semble avoir eu pour moteur premier la production de moyenne technologie. La Turquie pourrait encore apprendre, de ses voisins des bords de la mer Noire, pourquoi il est si important de mettre préalablement l'accent sur l'élévation des niveaux d'études pour parvenir à l'excellence technologique. De leur côté, ces voisins pourraient tirer de l'exemple turc la leçon qu'une main-d'œuvre hautement instruite et des efforts de R&D ne suffisent pas à susciter l'innovation, laquelle nécessite aussi un environnement économique favorable aux entreprises et des marchés compétitifs.

La croissance économique s'est ralentie dans la **Fédération de Russie** (chapitre 13) au moment de la crise financière mondiale de 2008, et le pays est en récession depuis le troisième trimestre de 2014, suite à la chute brutale des cours mondiaux du pétrole et l'imposition de sanctions par l'Union européenne et les États-Unis en réponse aux événements en Ukraine.

Les réformes mises en œuvre depuis 2012 dans le cadre d'une stratégie de croissance tirée par l'innovation n'ont pas permis de surmonter les faiblesses structurelles qui handicapent la Fédération de Russie, notamment des marchés insuffisamment concurrentiels et des obstacles à l'entrepreneuriat persistants. Parmi ces réformes figurent des mesures visant à attirer les chercheurs dans les « déserts scientifiques » avec des salaires plus élevés et des incitations à l'innovation offertes aux entreprises d'État. Les sommes allouées par l'État à la R&D en 2013 témoignent d'un souci de répondre aux besoins de l'industrie plus marqué que cinq ans auparavant, au détriment de la recherche fondamentale, dont la part de la recherche totale a chuté de 26 à 17 %.

Malgré les efforts du gouvernement, la contribution financière de l'industrie aux DIRD est tombée en Russie de 33 à 28 % de l'investissement total entre 2000 et 2013, alors même que l'industrie assure 60 % de la R&D. De manière générale, une faible part de l'investissement industriel va à l'acquisition de technologies nouvelles et les start-up axées sur la technologie sont encore rares. Le niveau jusqu'ici modeste de l'investissement dans les technologies durables peut s'expliquer en grande partie par le peu d'intérêt que le secteur des entreprises porte à la croissance verte. Seule une entreprise innovante sur quatre (26 %) produit de l'innovation dans le secteur environnemental. Le gouvernement fonde de grands espoirs sur le Centre de l'innovation de Skolkovo, un complexe industriel de haute technologie en cours de construction près de Moscou qui vise à attirer des entreprises novatrices et à servir d'incubateur dans cinq domaines prioritaires : l'efficience énergétique et les économies d'énergie, les technologies nucléaires, les technologies spatiales, la biomédecine, et les technologies informatiques et logiciels stratégiques. Une loi adoptée en 2010 offre aux résidents du centre de généreux avantages fiscaux pendant dix ans et prévoit la création d'un Fonds de Skolkovo afin de financer la création d'une université sur le site. L'un des partenaires les plus importants du centre est le Massachusetts Institute of Technology (États-Unis).

Le nombre peu élevé de brevets déposés par des entreprises illustre la faiblesse des synergies entre un État relativement déterminé à promouvoir des recherches économiquement utiles et un secteur privé peu intéressé par l'innovation. Depuis, par exemple, que le gouvernement a fait des nanotechnologies un domaine de croissance prioritaire en 2007, la production et les exportations se sont développées, mais le nombre de brevets issus de la recherche dans ce domaine reste très faible.

La production scientifique présente une croissance modeste, mais avec un impact relativement faible. Une récente initiative du gouvernement est venue stimuler la recherche universitaire par la création d'une agence fédérale des organismes de recherche chargée du financement des instituts de recherche de l'Académie russe des sciences et de la gestion de leurs biens. En 2013, le gouvernement a créé la Fondation russe de la science afin d'élargir l'éventail des mécanismes de financement de la recherche par voie de concours.

Les pays d'**Asie centrale** (chapitre 14) passent peu à peu d'une économie étatique à l'économie de marché. Malgré une croissance remarquable des exportations comme des importations pendant le boom des matières premières de la dernière décennie, ces pays demeurent vulnérables en cas de choc économique, du fait de leur dépendance à l'égard des exportations de matières premières, du cercle limité de leurs partenaires commerciaux et de l'indigence de leur industrie manufacturière.

Tous, sauf l'Ouzbékistan, ont réduit de moitié le nombre de leurs centres de recherche nationaux entre 2009 et 2013. Créés à l'ère soviétique, ces centres ont depuis été rendus obsolètes par le développement des nouvelles technologies et l'évolution des priorités nationales. Dans le cadre des efforts pour moderniser l'infrastructure, le Kazakhstan et le Turkménistan ont l'un et l'autre entrepris de créer des technoparcs et de regrouper les établissements existants pour constituer des pôles de recherche. Aidées par une forte croissance économique dans tous les pays à l'exception du Kirghizistan, les stratégies nationales de développement promeuvent les nouvelles industries de haute technologie et la mise en commun des ressources, et orientent l'économie vers les marchés d'exportation.

Trois universités ont été créées ces dernières années en Asie centrale afin de relever le niveau de compétence dans des domaines économiques stratégiques : l'Université Nazarbayev au Kazakhstan, l'Université Inha en Ouzbékistan, spécialisée dans les TIC, et l'Université internationale du pétrole et du gaz au Turkménistan. Ces pays s'efforcent d'accroître l'efficience des industries extractives traditionnelles, mais entendent aussi faire un plus ample usage des TIC et d'autres technologies modernes pour développer le secteur des entreprises, l'éducation et la recherche.

Cette ambition se heurte à la faiblesse chronique de l'investissement dans la R&D. Au cours des 10 dernières années, le ratio DIRD/PIB de la région a oscillé entre 0,2 et 0,3 %. L'Ouzbékistan a rompu avec cette tendance en 2013 en portant son intensité de R&D à 0,41 %. Le Kazakhstan est le seul pays où les entreprises commerciales et les sociétés privées à but non lucratif contribuent de manière significative à la R&D – mais l'intensité de R&D est globalement très faible dans ce pays : à peine 0,17 % en 2013. Néanmoins, les dépenses consacrées aux services scientifiques et technologiques ont fortement augmenté dans ce pays, ce qui suggère une demande croissante de produits de R&D. Cette tendance révèle aussi une préférence des entreprises pour l'achat de machines et de matériel d'importation incorporant des solutions technologiques. Le gouvernement a adopté une stratégie de modernisation des entreprises reposant sur les transferts de technologie et le sens des affaires, l'accent étant mis sur le financement de projets, y compris sous forme de coentreprises.

Entre 2005 et 2014, la part du Kazakhstan dans les publications scientifiques de la région est passée de 35 à 56 %. Même si les deux tiers de ces travaux ont un coauteur étranger, les principaux partenaires viennent en général d'au-delà de l'Asie centrale.

En **Iran** (chapitre 15), les sanctions de la communauté internationale ont freiné la croissance industrielle et économique, limité l'investissement étranger et les exportations de pétrole et de gaz et provoqué une dévaluation de la monnaie nationale et une hyperinflation. Elles semblent également avoir accéléré le passage d'une économie des ressources à une économie du savoir en poussant les dirigeants à miser sur le capital humain du pays, y compris un important réservoir de jeunes diplômés de l'université, plus que sur les industries extractives pour créer de la richesse. Entre 2006 et 2011, le nombre d'entreprises déclarant des activités de R&D a plus que doublé. Toutefois, même si un tiers des DIRD a été consenti par le secteur des entreprises en 2008, cette contribution (0,08 % du PIB) demeure trop faible pour nourrir efficacement l'innovation. Les DIRD ne représentaient que 0,31 % du PIB en 2010. L'assouplissement des sanctions après la conclusion de l'accord sur le nucléaire en juillet 2015 aidera peut-être le gouvernement à porter ce pourcentage à 3 %, conformément à la cible qu'il s'est fixée.

À mesure que les sanctions économiques resserraient leur étreinte, le gouvernement a cherché à stimuler l'innovation endogène. Le Fonds pour l'innovation et la prospérité a été créé par voie législative en 2010 pour soutenir l'investissement en R&D des entreprises axées sur le savoir et la commercialisation des résultats de la recherche, ainsi que pour aider les petites et moyennes entreprises à acquérir de la technologie. Entre 2012 et la fin de 2014, il est prévu d'allouer 4 600 milliards de rials iraniens (environ 171,4 millions de dollars des É.-U.) à 100 entreprises dont les activités reposent sur la production de connaissances.

Même si, par suite des sanctions, les partenaires commerciaux de l'Iran ne sont plus occidentaux mais orientaux, la collaboration scientifique demeure en grande partie tournée vers l'Ouest. Entre 2008 et 2014, les principaux partenaires de publications scientifiques sont les États-Unis, le Canada, le Royaume-Uni, l'Allemagne et la Malaisie. Les liens avec la Malaisie se resserrent : un étudiant étranger sur sept dans ce pays est désormais d'origine iranienne (voir chapitre 26).

Au cours des 10 dernières années, plusieurs centres de recherche et 143 sociétés ont vu le jour dans le secteur des nanotechnologies. En 2014, l'Iran se classait au septième rang mondial pour le volume de travaux consacrés à cette discipline, même si les inventeurs n'obtiennent encore qu'un faible nombre de brevets.

Israël (chapitre 16) est le pays du monde dont le secteur commercial a la plus forte intensité de R&D, et dont l'économie repose le plus sur le capital-risque. Il a acquis une supériorité qualitative dans toute une série de domaines technologiques liés à l'électronique, à l'avionique et aux systèmes connexes, grâce initialement aux retombées de l'industrie de la défense. La mise au point de ces systèmes a donné aux industries de haute technologie israéliennes une avance qualitative pour des applications civiles dans les secteurs des logiciels, des communications et de l'Internet. En 2012, le secteur des hautes technologies a représenté une part exceptionnelle de 46 % des exportations israéliennes.

Pareil succès, combiné à un sens aigu de la vulnérabilité d'un pays fortement isolé face à ses voisins immédiats, a amené les Israéliens à réfléchir. Il y a débat, par exemple, sur la manière dont Israël devrait exploiter son avance technologique dans des disciplines essentiellement non militaires qui sont considérées comme les moteurs de la croissance de demain, notamment les biotechnologies et le secteur pharmaceutique, les nanotechnologies et la science des matériaux. Étant donné que l'excellence dans ces domaines naît généralement dans les laboratoires de recherche des universités, le système de recherche universitaire décentralisé d'Israël devra gérer l'indispensable réorientation vers ces pôles de croissance – mais est-il équipé

pour y parvenir ? En l'absence d'une politique nationale concernant les universités, on ne voit pas bien comment seront mobilisées les connaissances, les compétences et les ressources que nécessitent ces nouvelles industries fondées sur la science.

On note un vieillissement visible de l'effectif de scientifiques et ingénieurs dans certains domaines, dont les sciences physiques et l'ingénierie pratique. La pénurie de professionnels sera un handicap majeur pour le système d'innovation national, lorsque la demande d'ingénieurs et de techniciens professionnels commencera à croître plus vite que l'offre. Le sixième *Plan de l'enseignement supérieur* (2011–-2015) prévoit le recrutement de 1 600 professeurs de haut niveau, dont la moitié environ occuperont des postes nouvellement créés (soit un accroissement net de plus de 15 %). Il prévoit également un investissement de 300 millions de NSI (environ 76 millions de dollars) sur six ans afin de moderniser et rénover l'infrastructure universitaire et les équipements en matière de recherche. D'aucuns font valoir que le plan n'accorde pas une attention suffisante au financement de la recherche universitaire, lourdement tributaire dans le passé des contributions philanthropiques de la diaspora juive.

Le problème plus général que constitue pour Israël la structure binaire de son économie, à savoir la coexistence d'un petit secteur de haute technologie servant de locomotive et d'industries et de services traditionnels bien plus importants mais moins productifs, persiste. Cette dualité en entraîne une autre, entre une main-d'œuvre aux salaires confortables installée au « cœur » du pays et des travailleurs mal payés vivant pour la plupart à la périphérie. Les responsables israéliens doivent réfléchir à la manière de résoudre ces problèmes systémiques en l'absence d'un organisme faîtier chargé de la politique de STI, sans renoncer à la flexibilité des systèmes d'enseignement et de recherche décentralisés qui ont si bien servi le pays jusqu'ici.

La plupart des **États arabes** (chapitre 17) consacrent plus de 1 % de leur PIB à l'enseignement supérieur où, dans beaucoup d'entre eux, les taux d'inscription bruts sont élevés pour les deux sexes. De manière générale, ils n'ont cependant pas réussi à créer des débouchés économiques à une échelle suffisante pour absorber l'effectif croissant de jeunes.

À l'exception des pays exportateurs de pétrole disposant d'un excédent de capitaux, les économies arabes n'ont pas connu une expansion rapide et soutenue. Les faibles taux de participation à l'activité économique (en particulier chez les femmes) et les forts taux de chômage (en particulier chez les jeunes) ont été exacerbés dans la plupart de ces pays depuis 2008. Les crises politiques de ces dernières années et l'essor concomitant de groupes terroristes opportunistes ont conduit de nombreux gouvernements à affecter une plus grande part des ressources aux budgets militaires.

La transition démocratique en Tunisie est l'un des aboutissements positifs du printemps arabe. Les plus grandes libertés académiques seront un atout pour la recherche tunisienne et devraient permettre aux universités de nouer plus facilement des liens avec l'industrie. La Tunisie compte déjà plusieurs technoparcs.

L'intensité de R&D est demeurée faible dans la plupart des États arabes, en particulier dans ceux dont l'économie repose sur la rente pétrolière où il est difficile de la faire progresser en raison du fort PIB. Le ratio DIRD/PIB au Maroc et en Tunisie (environ 0,7 %) est proche de la moyenne pour les économies à revenu intermédiaire (tranche supérieure). De plus, ce ratio a augmenté en Égypte, le plus peuplé des pays arabes : les dépenses de R&D sont passées de 0,43 % (2009) à 0,68 % du PIB (2013). Le gouvernement a choisi d'engager l'Égypte sur la voie d'une économie du savoir offrant la perspective d'une plus grande diversification des sources de revenus.

Les gouvernements des pays dépendant des exportations de pétrole (États du Golfe et Algérie) ou de son importation (Maroc et Tunisie) encouragent aussi le développement d'une économie du savoir. Toutes sortes d'initiatives récentes mettent la STI au service du développement socioéconomique, souvent dans le domaine de l'énergie. Des exemples en sont la relance du projet de Cité de la science et de la technologie Zewail en Égypte et la création de l'Institut des Émirats pour la science et la technologie avancées qui sera chargé de gérer des satellites d'observation de la Terre. Le Maroc a inauguré en 2014 la plus grande ferme éolienne d'Afrique et est en train de concevoir ce qui pourrait devenir la plus grande ferme solaire du continent. En 2015, l'Arabie saoudite a annoncé un programme de développement de l'énergie solaire.

Le Qatar et l'Arabie saoudite ont connu tous deux une croissance phénoménale du volume de publications scientifiques au cours de la décennie passée. L'Arabie saoudite compte à présent deux universités figurant parmi les 500 premières du monde. Elle prévoit de réduire sa dépendance à l'égard des travailleurs étrangers en développant l'enseignement technique et professionnel, y compris pour les filles.

L'**Afrique de l'Ouest** (chapitre 18) a enregistré une forte croissance économique ces dernières années, en dépit de l'épidémie d'Ebola et d'autres crises. Toutefois, cette croissance masque des faiblesses structurelles : les membres de la Communauté économique des États de l'Afrique de l'Ouest (CEDEAO) sont encore tributaires des revenus tirés des matières premières et n'ont pas réussi à ce jour à diversifier leurs économies. Le principal obstacle est la pénurie de personnel qualifié, notamment de techniciens. Seuls trois pays de l'Afrique de l'Ouest consacrent plus de 1 % de leur PIB à l'enseignement supérieur (Ghana, Mali et Sénégal) et l'analphabétisme demeure une entrave majeure au développement de la formation professionnelle.

Le Plan d'action consolidé de l'Afrique dans le domaine de la science et de la technologie (2005-2014) préconisait la création de réseaux régionaux de centres d'excellence et une plus grande mobilité des scientifiques sur le continent. En 2012, l'Union économique et monétaire ouest-africaine a désigné 14 centres d'excellence qui, forts de ce label, ont obtenu une aide financière de deux ans. La Banque mondiale a lancé un projet similaire en 2014, mais sous la forme de prêts.

Le programme *Vision 2020* de la CEDEAO (2011) fixe une feuille de route pour améliorer la gouvernance, accélérer l'intégration économique et monétaire et promouvoir les partenariats

public-privé. La *Politique de la science et de la technologie de la CEDEAO* (2011) fait partie intégrante de *Vision 2020* et épouse les ambitions du plan d'action du continent en matière de STI.

Jusqu'ici, le secteur de la recherche a eu peu d'impact en Afrique de l'Ouest, du fait de l'absence de stratégies nationales de la recherche et de l'innovation, du faible niveau de l'investissement en R&D, de la participation limitée du secteur privé et du caractère insuffisant de la coopération intrarégionale entre chercheurs ouest-africains. L'État reste de loin la principale source de DIRD. La production ouest-africaine de travaux scientifiques demeure faible, seuls la Gambie et Cabo Verde publiant 50 articles ou plus par million d'habitants.

En **Afrique orientale et centrale** (chapitre 19), l'intérêt pour la STI s'est considérablement accru depuis 2009. La plupart des pays ont fondé leurs documents de planification à long terme (« vision ») sur l'utilisation de la STI comme moteur du développement. Ces documents reflètent en général une vision commune de l'avenir que cette région partage avec l'Afrique de l'Ouest et l'Afrique australe : celle d'un pays à revenu intermédiaire (ou d'un niveau plus élevé) se caractérisant par une bonne gouvernance, une croissance inclusive et un développement durable.

Les gouvernements recherchent de plus en plus des investisseurs plutôt que des donateurs et conçoivent des mécanismes pour soutenir les entreprises locales : un fonds créé par le Rwanda pour promouvoir une économie verte offre des financements compétitifs aux projets publics et privés dont le dossier a été accepté ; le Kenya met en place le Parc industriel et technologique de Nairobi dans le cadre d'une coentreprise avec une université publique. Les premiers incubateurs de technologie créés au Kenya ont aidé avec un succès extraordinaire des start-up à capter des parts de marché, en particulier dans le secteur des technologies de l'information. De nombreux gouvernements investissent désormais dans ce secteur dynamique, y compris ceux du Cameroun, du Rwanda et de l'Ouganda.

Les dépenses de R&D augmentent dans la plupart des pays dotés de pôles d'innovation. Le Kenya affiche aujourd'hui une intensité de R&D parmi les plus élevées en Afrique (0,79 % du PIB en 2010), suivi par l'Éthiopie (0,61 % en 2013), le Gabon (0,58 % du PIB en 2009) et l'Ouganda (0,48 % en 2010). L'État est en général la principale source de financement de la R&D, mais les entreprises y contribuent à hauteur de 29 % au Gabon (2009) et de 14 % en Ouganda (2010). Les sources étrangères financent au moins 40 % de la R&D au Kenya, en Ouganda et en Tanzanie.

Les pays d'Afrique orientale et centrale ont participé au *Plan d'action consolidé de l'Afrique dans le domaine de la science et de la technologie* (2005–2014) et ont adhéré à la *Stratégie pour la science, la technologie et l'innovation en Afrique* (STISA-2024) qui lui a succédé. La mise en œuvre du *Plan d'action consolidé* a souffert de l'échec du projet de création d'un Fonds africain pour la science et la technologie censé assurer un financement durable, mais plusieurs réseaux de centres d'excellence en biosciences ont néanmoins vu le jour, parmi lesquels un pôle de recherche pour l'Afrique orientale au Kenya et deux réseaux complémentaires, Bio-Innovate et le Réseau africain d'expertise en biosécurité. Cinq instituts africains de sciences mathématiques ont été créés respectivement en Afrique du Sud, au Cameroun, au Ghana, au Sénégal et en Tanzanie. Depuis 2011, l'Observatoire africain de la science, de la technologie et de l'innovation – autre création du Plan d'action consolidé – a aidé à améliorer la qualité des données relatives à l'Afrique.

La Communauté d'Afrique de l'Est (CAE) et le Marché commun de l'Afrique orientale et australe considèrent la STI comme un élément clé de l'intégration économique. Le *Protocole du Marché commun* (2010) de la CAE contient par exemple des dispositions en faveur de la recherche axée sur le marché, du développement technologique et de l'adaptation des technologies aux besoins de la communauté, qui visent à promouvoir la production durable de biens et de services et à améliorer la compétitivité au niveau international. La CAE a confié au Conseil interuniversitaire de l'Afrique orientale la mission de créer un Espace commun de l'enseignement supérieur d'ici 2015.

L'**Afrique australe** (chapitre 20) se caractérise par la volonté commune de mettre la STI au service du développement durable. Comme celles d'autres parties du sous-continent, les économies de la Communauté de développement de l'Afrique australe (SADC) sont fortement tributaires des ressources naturelles. La baisse des subventions publiques à la R&D agricole dans les pays de la SADC est donc préoccupante.

On note une forte disparité en matière d'intensité de R&D entre un bas 0,01 % au Lesotho et un haut 1,06 % au Malawi, qui s'efforce d'attirer l'IDE afin de développer son secteur privé. L'Afrique du Sud a collecté en 2013 environ 45 % de l'IDE destiné à la SADC et s'affirme comme le principal investisseur dans la région : entre 2008 et 2013, ses flux d'IDE vers l'extérieur ont presque doublé pour atteindre 5,6 milliards de dollars des États-Unis, grâce à des investissements dans les télécommunications, les mines et le commerce de détail dont ont bénéficié principalement des pays voisins.

La baisse entre 2008 et 2012 de son ratio DIRD/PIB de 0,89 % à 0,73 % s'explique pour l'essentiel par une chute de l'effort de financement privé que n'a pu contrebalancer la hausse concomitante des dépenses publiques de R&D. L'Afrique du Sud génère un quart environ du PIB africain et dispose d'un système d'innovation assez solide : elle a déposé 97 % des demandes de brevets émanant de la SADC entre 2008 et 2013.

Dans la plupart des pays de la SADC, les politiques de STI demeurent fermement dans les mains de l'appareil d'État, avec une faible participation du secteur privé. Les documents d'orientation en la matière sont rarement assortis de plans de mise en œuvre et d'allocations budgétaires. Le manque de ressources humaines et financières a également freiné la réalisation des cibles des politiques de STI régionales. Parmi les autres obstacles au développement des systèmes d'innovation nationaux figurent le faible degré de développement du secteur manufacturier, le fait que le secteur privé n'est guère incité à investir dans la R&D, la grave pénurie de compétences scientifiques et technologiques à tous les niveaux, l'exode chronique des compétences, la faiblesse de l'enseignement des sciences à l'école faute d'enseignants qualifiés et d'un programme

approprié, une protection juridique insuffisante des droits de propriété intellectuelle et l'absence de coopération dans le domaine de la science et de la technologie.

Le commerce intrafricain reste désespérément faible : il représente approximativement 12 % du total des échanges de l'Afrique. L'intégration régionale figure en bonne place au nombre des objectifs de l'Union africaine, du Nouveau partenariat pour le développement de l'Afrique et de communautés économiques régionales telles que la SADC, le COMESA et la CAE, qui a officiellement créé une Zone de libre-échange en juin 2015. L'élaboration de programmes régionaux de STI compte également parmi les grandes priorités. L'obstacle le plus redoutable de tous à l'intégration régionale est probablement la résistance des différents gouvernements dès lors qu'il s'agit de renoncer à une quelconque part de la souveraineté nationale.

En **Asie du Sud** (chapitre 21), l'instabilité politique a été un frein au développement, mais la résolution des crises de la région, y compris le rétablissement de la paix à Sri Lanka et la transition démocratique en Afghanistan offrent des raisons d'espérer dans l'avenir. Sri Lanka investit lourdement dans le développement de son infrastructure et l'Afghanistan dans tous les niveaux de l'éducation.

Toutes les économies ont connu la croissance au cours des 10 années passées (à l'exclusion de l'Inde, voir chapitre 22), le Sri Lanka ayant enregistré la progression la plus rapide de son PIB par habitant. Néanmoins, l'Asie du Sud demeure l'une des régions les moins intégrées sur le plan économique, le commerce intrarégional n'y représentant qu'à peine 5 % du total des échanges.

Les efforts vigoureux des pays d'Asie du Sud pour généraliser l'enseignement primaire d'ici 2015 ont été au détriment de l'investissement dans l'enseignement supérieur (à peine 0,2 à 0,8 % du PIB). La plupart d'entre eux ont formulé des politiques et des programmes visant à promouvoir l'utilisation des TIC à l'école, dans les centres de recherche et dans les secteurs économiques, mais ces initiatives se heurtent au caractère aléatoire de la fourniture d'électricité, en particulier dans les zones rurales, et à l'absence d'infrastructure en matière d'Internet haut débit (large bande). La téléphonie mobile est très répandue dans la région mais encore sous-exploitée comme outil de partage de l'information et des connaissances, ou pour le développement de services commerciaux et financiers.

L'effort de R&D du Pakistan a chuté de 0,63 % à 0,29 % du PIB entre 2007 et 2013, et s'est maintenu à un modeste niveau de 0,16 % à Sri Lanka. Le Pakistan prévoit de porter son investissement en R&D à 1 % du PIB d'ici 2018 et Sri Lanka à 1,5 % d'ici 2016. Le défi sera de mettre en place des mécanismes efficaces pour atteindre ces cibles. L'Afghanistan a dépassé sa propre cible en doublant le taux d'inscription dans les universités entre 2011 et 2014.

Le pays auquel il convient peut-être de prêter attention est le Népal, où plusieurs indicateurs ont progressé en l'espace de quelques années : son intensité de R&D est passé de 0,05 % (2008) à 0,30 % (2010) du PIB, il compte désormais un plus grand nombre de techniciens par million d'habitants que le Pakistan ou Sri Lanka, et il talonne le second pour ce qui est du nombre de chercheurs. Les besoins de reconstruction après le tragique séisme de 2015 obligeront peut-être le gouvernement à revoir certaines de ses priorités en matière d'investissement.

Pour réaliser leur ambition de devenir des économies du savoir, de nombreux pays d'Asie du Sud-Est devront accroître les inscriptions dans l'enseignement secondaire et se doter de mécanismes de financement et de définition des priorités crédibles. Des incitations fiscales favorisant l'innovation et un environnement économique plus propice aux affaires pourraient aider à faire des partenariats public-privé un moteur du développement économique.

En **Inde** (chapitre 22), la croissance économique a ralenti pour s'établir à environ 5 % par an depuis la crise de 2008 ; il est à craindre que ce taux de croissance respectable ne crée pas suffisamment d'emplois. Cela a conduit le Premier Ministre Modi à plaider pour un nouveau modèle économique reposant sur des activités manufacturières tournées vers l'exportation, alors que le modèle actuel fait la part belle aux services (57 % du PIB).

Malgré ce ralentissement de la croissance économique, tous les indicateurs de la production de R&D ont progressé rapidement ces dernières années, qu'il s'agisse de la part des exportations de haute technologie dans les exportations totales de l'Inde ou du nombre de publications scientifiques. Le secteur des entreprises a gagné en dynamisme, en totalisant près de 36 % de l'ensemble de la R&D en 2011, contre 29 % en 2005. Le seul indicateur clé qui marque le pas est la mesure de l'effort de R&D indien : 0,82 % du PIB en 2011. Le gouvernement avait prévu de porter les DIRD à 2 % du PIB à l'horizon 2007, mais il a dû depuis repousser l'échéance à 2018.

L'innovation se concentre dans neuf secteurs industriels, plus de la moitié des dépenses de R&D des entreprises allant à trois branches seulement : les produits pharmaceutiques, la construction automobile et les logiciels. Les entreprises innovantes sont elles aussi concentrées dans à peine six des 29 États que compte l'Inde. Bien que celle-ci ait l'un des régimes fiscaux les plus avantageux pour la R&D du monde, cela ne lui a pas permis d'instaurer une culture de l'innovation dans les entreprises et branches industrielles.

On note une forte croissance du nombre de brevets, dont six sur 10 intéressaient les TI et un sur dix le secteur pharmaceutique en 2012. La majorité des brevets pharmaceutiques sont détenus par des entreprises nationales, tandis que les brevets de TI sont plutôt aux mains de firmes étrangères. Cela tient au fait que les entreprises indiennes ont traditionnellement connu moins de succès dans la fabrication de produits exigeant des compétences en ingénierie que dans les branches fondées sur le savoir scientifique comme l'industrie pharmaceutique.

La majorité des brevets délivrés à des acteurs indiens concernent des inventions de haute technologie. Pour conserver cet atout, le gouvernement investit dans de nouveaux domaines tels que l'ingénierie aéronautique, les nanotechnologies et les sources d'énergie vertes. Il s'appuie aussi sur les compétences de l'Inde en matière de TIC pour réduire le fossé entre villes et campagnes et créer des centres d'excellence en sciences agricoles afin d'enrayer la baisse de rendement préoccupante de certaines

cultures vivrières de base. L'Inde se transforme aussi en un pôle d'« innovation frugale » répondant à un marché local en pleine expansion pour les inventions destinées aux moins fortunés, tels que du matériel médical de faible coût ou la dernière mini-voiture de Tata, la Nano Twist.

L'employabilité des scientifiques et ingénieurs a été pendant des années une préoccupation incessante pour les décideurs, et même pour les employeurs potentiels. Le gouvernement a adopté un certain nombre de mesures correctrices visant à améliorer la qualité de l'enseignement supérieur et de la recherche universitaire. La densité de chercheurs dans le secteur privé augmente aujourd'hui, sous l'effet d'une croissance spectaculaire du nombre d'élèves ingénieurs. Néanmoins, le gouvernement devra encore investir plus massivement dans la recherche universitaire, qui assure à peine 4 % de la R&D, afin que les universités puissent mieux jouer leur rôle de génératrices de connaissances nouvelles et de prestataires d'enseignements de qualité.

En **Chine** (chapitre 23), scientifiques et ingénieurs ont inscrit depuis 2011 à leur actif des réalisations remarquables. Celles-ci couvrent un large éventail de domaines, depuis des découvertes fondamentales en physique de la matière condensée jusqu'au lancement d'une sonde sur la lune en 2013 et la construction du plus gros avion de transport de passagers chinois. La Chine est en voie de devenir en 2016 le plus gros producteur de publications scientifiques du monde. Sur le front intérieur, sept brevets sur dix (69 %) délivrés par l'Office d'État chinois de la propriété intellectuelle l'ont été à des inventeurs nationaux en 2013.

Les dirigeants politiques sont toutefois quelque peu déçus des résultats produits jusqu'ici par l'investissement public en R&D. Malgré une injection massive de capitaux (2,09 % du PIB en 2014), une meilleure formation et un équipement ultramoderne, les scientifiques chinois n'ont encore réalisé aucune véritable percée dans un domaine de pointe. Rares sont les recherches qui ont débouché sur la mise au point de produits novateurs et compétitifs, et la Chine doit faire face à un déficit de 10 milliards de dollars des États-Unis (2009) de sa balance des paiements en matière de propriété intellectuelle. Bon nombre d'entreprises chinoises dépendent encore de l'étranger pour les technologies de base. À peine 4,7 % des DIRD vont à la recherche fondamentale, contre 84,6 % au développement expérimental (73,7 % en 2004).

Ces problèmes ont contraint la Chine à revoir son ambition de se lancer dans une trajectoire de développement véritablement induite par l'innovation, et l'équipe dirigeante s'efforce de faire avancer un train de réformes conçues pour remédier aux faiblesses diagnostiquées. L'Académie chinoise des sciences a, par exemple, été encouragée à améliorer la qualité de la recherche universitaire et à collaborer davantage avec d'autres acteurs de l'innovation. Pour faciliter les transferts de technologie, un groupe d'experts placé sous la houlette du Vice-Premier Ministre Ma Kai a été chargé d'identifier les leaders industriels capables de conclure des accords de partenariat stratégique avec des multinationales étrangères. C'est ainsi qu'Intel a acquis 20 % des parts de Tsinghua Unigroup, une entreprise d'État, en septembre 2014.

La croissance économique plus lente qui constitue la « nouvelle norme » montre que la Chine doit d'urgence transformer son modèle de développement économique à forte intensité de main-d'œuvre, de capitaux, d'énergie et de ressources afin qu'il repose de plus en plus sur la technologie et l'innovation. Un certain nombre de politiques vont dans ce sens. C'est le cas du douzième *Plan quinquennal* (2011–2015) qui appelle expressément à développer les technologies de la ville intelligente.

La Chine a déjà réussi à atteindre bon nombre des cibles quantitatives définies dans son *Plan à moyen et long termes pour le développement de la science et de la technologie* (2006-2020) et est en voie de porter son ratio DIRD/PIB à 2,5 % d'ici 2020. Ce plan fait actuellement l'objet d'une révision à mi-parcours. Des conclusions de cet examen dépendront peut-être la mesure dans laquelle le pays préservera des éléments de sa stratégie d'ouverture et de développement ascendant qui lui a tant réussi pendant les trois dernières décennies. L'un des risques est qu'une stratégie interventionniste, plus politisée, dissuade les investisseurs étrangers et ralentisse l'afflux de compétences qui s'est récemment accéléré en Chine : sur 1,4 million d'étudiants qui sont rentrés au pays depuis le début des années 1990, près de la moitié l'ont fait depuis 2010.

Le **Japon** (chapitre 24) s'est lancé dans des politiques fiscales et économiques extrêmement volontaristes pour sortir de la léthargie économique dont il souffre depuis les années 1990. Ce train de réformes a été baptisé en anglais *Abenomics*, du nom du Premier Ministre Abe. La troisième « flèche » de ce dispositif de relance de la croissance n'a toutefois pas encore produit de résultats.

Le Japon n'en demeure pas moins l'une des économies présentant la plus forte intensité de R&D dans le monde (3,5 % du PIB en 2013). La tendance la plus remarquable en matière de dépenses industrielles de R&D a été ces dernières années le recul important des TIC. La plupart des autres secteurs ont maintenu leur niveau d'investissement en R&D plus ou moins égal entre 2008 et 2013. Le défi pour l'industrie japonaise sera de combiner ses atouts traditionnels avec une vision tournée vers l'avenir.

Le Japon est confronté à un certain nombre de défis. Le vieillissement de sa population, à quoi s'ajoutent l'intérêt déclinant des jeunes pour une carrière universitaire et la forte baisse du nombre de publications scientifiques, révèle la nécessité d'une réforme plus poussée du système d'innovation national.

La réforme du secteur universitaire achoppe depuis des années. Le financement ordinaire des universités nationales n'a cessé de diminuer depuis plus d'une décennie, au rythme d'environ 1 % par an. Parallèlement, le volume des subventions et des financements de projets accordés par voie de concours a augmenté. En particulier, on a vu récemment se multiplier les bourses polyvalentes d'un fort montant qui sont délivrées non pas à des chercheurs individuels mais aux universités elles-mêmes ; ces bourses n'ont pas simplement pour objet de financer la recherche et/ou l'enseignement universitaires en tant que tels, mais obligent en contrepartie les universités à entreprendre des réformes systémiques, comme la révision de leurs programmes, la promotion des chercheuses et l'internationalisation de l'enseignement et de la recherche. La chute des subventions ordinaires s'est accompagnée d'exigences croissantes à l'égard des chercheurs, qui ont désormais

moins de temps à consacrer à leurs recherches. Cela s'est traduit par une forte baisse du nombre de publications scientifiques, tendance dont le Japon a presque l'exclusivité.

La catastrophe de Fukushima en mars 2011 a eu un profond impact sur la science. Elle a ébranlé la confiance du public non pas seulement dans la technologie nucléaire mais aussi, de manière plus générale, dans la science et la technologie. Le gouvernement a essayé de restaurer cette confiance. Des débats ont été organisés et, pour la première fois, l'importance des avis de la communauté scientifique lors de la prise de décisions est passée au premier plan. Depuis la catastrophe de Fukushima, le gouvernement a décidé de relancer le développement et l'utilisation des énergies renouvelables.

Publié quelques mois à peine après la catastrophe de Fukushima, le quatrième *Plan de base pour la science et la technologie* (2011) a marqué une rupture radicale avec les précédents. Il n'y était plus défini de domaines prioritaires en matière de R&D, mais trois grands domaines d'action : le relèvement et la reconstruction après la catastrophe de Fukushima, l'« innovation verte » et l'« innovation dans le domaine de la vie ».

La **République de Corée** (chapitre 25) est le seul pays qui, important bénéficiaire de l'aide étrangère, en soit devenu un important donateur – et cela en l'espace de seulement deux générations. Aujourd'hui, elle est à la recherche d'un nouveau modèle de développement. Le gouvernement reconnaît que la croissance remarquable du passé ne peut plus être soutenue. La concurrence est intense avec la Chine et le Japon, les exportations baissent et la demande mondiale de croissance verte a modifié l'équilibre. De plus, le vieillissement rapide de la population et le déclin de la natalité menacent les perspectives économiques à long terme de la Corée.

Le gouvernement de la présidente Park poursuit la politique de croissance verte, à faible taux d'émission de carbone, de son prédécesseur, mais en promouvant de pair une économie créative. Des fonds initiaux ont été alloués en vue de faciliter, en cinq ans, l'émergence en 2018 d'une économie créative.

Le gouvernement a compris que pour développer les capacités d'innovation nationales, il faut stimuler la créativité des jeunes. Plusieurs ministères ont pris conjointement des mesures visant à atténuer l'importance accordée aux diplômes et à promouvoir une nouvelle culture où l'on encourage et respecte la créativité personnelle. Un exemple de ces mesures est le Projet Da Vinci qui est expérimenté dans certaines écoles primaires et secondaires en vue de mettre au point des classes de conception nouvelle où les élèves sont incités à exercer leur imagination et où est remis à l'honneur un enseignement fondé sur la recherche et l'expérience pratiques.

Pour devenir plus entreprenant et créatif, le pays devra transformer la structure même de son économie. Jusqu'à présent, il s'est appuyé sur de vastes conglomérats pour stimuler la croissance et les recettes à l'exportation. Ces conglomérats représentaient encore les trois quarts de l'investissement privé dans la R&D en 2012. Le défi sera de doter le pays de ses propres start-up de haute technologie et de promouvoir une culture de la créativité dans les petites et moyennes entreprises. Il faudra aussi faire des régions des pôles d'activité créative en leur offrant l'infrastructure financière et les outils de gestion qui leur permettront d'accroître leur autonomie. Le nouveau Centre d'innovation pour l'économie créative de Daejeon fonctionne comme une pépinière d'entreprises.

Parallèlement, le gouvernement aménage à Daejeon la Ceinture scientifique et économique internationale. Le but est de corriger l'impression que la République de Corée n'a réussi sa transition de pays agricole pauvre à géant industriel que par la voie de l'imitation, sans se doter de capacités endogènes en sciences fondamentales. Un Institut national des sciences fondamentales a ouvert ses portes sur le site en 2011 et un accélérateur d'ions lourds est en construction pour soutenir la recherche fondamentale et créer des liens avec le monde des affaires.

La **Malaisie** (chapitre 26) s'est relevée de la crise financière mondiale et a connu une saine croissance de son PIB à un taux annuel moyen de 5,8 % entre 2010 et 2014. Cette situation, et les fortes exportations de haute technologie, ont aidé le gouvernement dans ses efforts pour financer l'innovation, notamment par des subventions aux universités et entreprises faisant de la R&D. Cela a contribué à une hausse du ratio DIRD/PIB, qui est passé de 1,06 % en 2011 à 1,13 % en 2012, et s'est traduit par un accroissement du nombre de brevets, de publications scientifiques et d'étudiants étrangers.

Dès 2005, la Malaisie s'est fixée pour cible de devenir la sixième plus grande destination mondiale pour les étudiants étrangers à l'horizon 2020. Entre 2007 et 2012, leur nombre a presque doublé et dépassé 56 000, l'objectif étant d'atteindre le chiffre de 200 000 en 2020. La Malaisie attire un grand nombre d'étudiants de la région mais elle était aussi en 2012 l'une des 10 principales destinations pour les étudiants du monde arabe.

Plusieurs organismes ont aidé à renforcer la participation des entreprises à la R&D dans des secteurs stratégiques. Le Conseil malaisien de l'huile de palme en est un exemple. En 2012, un groupe de sociétés multinationales a créé sa propre plate-forme de recherche en collaboration dans les domaines de l'ingénierie, de la science et de la technologie (CREST). Ce partenariat tripartite entre l'industrie, l'université et l'État s'efforce de répondre aux besoins en matière de recherche des entreprises malaisiennes du secteur électrique et électronique, qui emploient près de 5 000 chercheurs et ingénieurs.

Même si le gouvernement a réussi remarquablement bien à soutenir la R&D, la capacité du pays de promouvoir des technologies de pointe a souffert d'un certain nombre de problèmes. Premièrement, la collaboration entre les principaux acteurs de l'innovation a encore besoin d'être renforcée. Deuxièmement, il conviendrait d'améliorer l'enseignement des sciences et des mathématiques, car les élèves malaisiens âgés de 15 ans ont obtenu des notes plus faibles lors des évaluations annuelles réalisées par l'OCDE dans le cadre de son Programme international de suivi des acquis des élèves. Troisièmement, le nombre de chercheurs par million d'habitants en équivalent temps plein a progressé régulièrement, mais demeure relativement modeste pour une économie émergente dynamique comme la Malaisie : 1 780 en 2012. La Malaisie est encore un

pays importateur net de technologie, dont les recettes issues des licences et services technologiques restent négatives.

L'**Asie du Sud-Est et l'Océanie** (chapitre 27) ont traversé avec succès la crise financière mondiale de 2008, bon nombre des pays réussissant à éviter la récession. La création à la fin de 2015 de la Communauté économique de l'Association des nations de l'Asie du Sud-Est (ANASE) devrait favoriser la croissance économique dans la région et stimuler à la fois les mouvements transfrontières de chercheurs et une spécialisation accrue. Dans le même temps, les réformes démocratiques réalisées au Myanmar ont entraîné un assouplissement des sanctions internationales, ouvrant ainsi des perspectives de croissance, en particulier depuis que les autorités favorisent les industries tournées vers l'exportation.

L'Organisation de coopération économique Asie-Pacifique a achevé en 2014 une étude sur la pénurie de compétences dans la région, en vue de créer un système de suivi répondant aux besoins de formation. Par ailleurs, le *Plan d'Action pour la science, la technologie et l'innovation de l'ANASE* (2016–2020) met l'accent sur l'inclusion sociale et le développement durable, y compris dans des domaines tels que les technologies vertes, l'énergie, les ressources en eau et l'innovation pour la vie. Cela étant, les énergies renouvelables et les stratégies de réduction des taux de carbone perdent du terrain dans les priorités du gouvernement australien.

Les pays de la région collaborent de plus en plus les uns avec les autres, comme le montrent les tendances relatives aux copublications de travaux scientifiques internationaux. Pour les économies les moins développées, les copublications représentent même de 90 à 100 % de la production ; le défi pour elles sera d'orienter cette collaboration scientifique internationale dans la direction envisagée par les politiques de S&T nationales.

Les entreprises assurent une part comparativement élevée de la R&D dans quatre pays : Singapour, l'Australie, les Philippines et la Malaisie (chapitre 27). Dans le cas des deux derniers d'entre eux, il faut y voir très probablement un effet de la forte présence de sociétés multinationales sur leurs territoires. L'innovation est généralement faible dans la région, qui totalise 6,5 % des publications scientifiques (2013) mais à peine 1,4 % des brevets (2012) dans le monde ; de plus, 95 % de ces brevets ont été déposés par quatre pays seulement : l'Australie, Singapour, la Malaisie et la Nouvelle-Zélande. Le défi pour des économies telles que celles du Viet Nam et du Cambodge sera de mettre à profit les connaissances et les compétences des grandes entreprises étrangères qu'elles hébergent pour doter les entreprises et fournisseurs locaux d'un niveau de professionnalisme identique.

Depuis 2008, de nombreux pays ont accru leur effort de R&D, y compris dans le secteur des entreprises. Dans certains d'entre eux, toutefois, les investissements privés dans la R&D sont fortement concentrés dans le secteur des ressources naturelles, telles que minerais et minéraux en Australie. Le défi pour beaucoup sera d'approfondir et de diversifier la participation des entreprises à la recherche dans un large éventail de secteurs d'activité, compte tenu notamment de ce que la baisse cyclique des cours des matières premières exige d'adopter d'urgence des politiques fondant la croissance sur l'innovation.

CONCLUSION

Évolution de l'engagement public en faveur de la science et de la recherche

La dernière édition du *Rapport de l'UNESCO sur la science* couvre un nombre sans précédent de pays et de régions. C'est le signe que la STI est de plus en plus reconnue partout dans le monde, et en particulier dans les pays non membres de l'OCDE, comme un moteur du développement. Dans le même temps, les données statistiques sur les indicateurs de base de la STI demeurent fragmentaires, en particulier hors de l'OCDE. Néanmoins, la nécessité de disposer de données fiables pour suivre l'évolution des systèmes nationaux de recherche et d'innovation et éclairer la formulation des politiques s'impose peu à peu. Cette prise de conscience a inspiré l'Initiative sur les indicateurs de la science, de la technologie et de l'innovation en Afrique, qui a débouché sur la création d'un observatoire basé en Guinée équatoriale. Un certain nombre d'économies arabes créent elles aussi des observatoires de la STI, notamment l'Égypte, la Jordanie, le Liban, la Palestine et la Tunisie.

Une autre tendance frappante signalée dans le *Rapport de l'UNESCO sur la science* est l'engagement moindre de l'État à l'égard de la R&D observé dans bon nombre de pays développés (Canada, Royaume-Uni, États-Unis, etc.), qui contraste avec la conviction croissante de l'importance de l'investissement public en R&D pour la création de connaissances et l'adoption de technologies dans les pays émergents ou à plus faible revenu. La STI est bien entendu intégrée depuis longtemps dans les programmes de nombreuses économies émergentes, notamment le Brésil, la Chine et la République de Corée. On voit aujourd'hui beaucoup de pays à revenu faible ou intermédiaire adhérer à cette philosophie et, dans bien des cas, intégrer la STI dans leurs exposés de « vision » ou autres documents de planification. Bien sûr, ces pays ont bénéficié ces dernières années de taux de croissance économique bien plus élevés que ceux des pays de l'OCDE, de sorte que, dans une certaine mesure, la question de savoir s'ils seront capables de maintenir ce soutien public dans les années de croissance moindre, voire négative, n'est pas encore tranchée. Le Brésil et la Fédération de Russie auront valeur de test, car l'un et l'autre pays sont aujourd'hui entrés en récession après la fin du boom cyclique des matières premières.

Toutefois, comme indiqué au chapitre 2, ce n'est pas seulement l'écart en matière d'investissement public dans la R&D entre pays fortement développés et pays émergents ou à revenu intermédiaire qui se resserre. Si la plupart des activités de R&D (et des dépôts de brevets) ont pour cadre des pays à revenu élevé, l'innovation se produit dans des pays de tous niveaux de revenu. L'innovation ne dépend, dans bien des cas, nullement de la R&D ; dans la majorité des pays considérés par l'Institut de statistique de l'UNESCO lors de son enquête de 2013, plus de 50 % des entreprises innovaient sans R&D. Les responsables politiques devraient tenir compte de ce phénomène et éviter en conséquence de se concentrer sur la conception de mesures de nature à inciter les entreprises à faire de la recherche-développement. Il faut aussi qu'ils facilitent l'innovation non liée à la recherche, en particulier celle qui passe par le transfert de technologie, puisque l'acquisition de machines, de matériel et de logiciels est en général la principale activité liée à l'innovation.

L'innovation progresse mais il n'est pas facile de définir une bonne politique

Formuler une politique nationale de la science et de l'innovation efficace demeure une tâche des plus malaisées. Pour recueillir pleinement les fruits d'un développement économique induit par la science et l'innovation, il faut avancer dans la bonne direction dans plusieurs champs d'intervention à la fois, y compris ceux dont dépendent l'éducation, les sciences fondamentales, le développement technologique et l'intégration de technologies durables (« vertes ») qui en est le corollaire, la R&D des entreprises et le cadre économique général.

De nombreux dilemmes semblent être de plus en plus communs à un large éventail de pays, qu'il s'agisse de tenter de trouver le juste équilibre entre recherche entreprise à l'échelon local et recherche menée au niveau international, entre recherche fondamentale et recherche appliquée, entre création de connaissances nouvelles et production de connaissances à mettre sur le marché, ou entre science d'intérêt général et science moteur du commerce.

La tendance actuelle à orienter davantage les politiques de STI vers le développement industriel et commercial a elle aussi des ramifications internationales. Le *Rapport de l'UNESCO sur la science 2010* prévoyait que la science occuperait une place croissante dans la diplomatie internationale. Cette prévision s'est révélée exacte, comme le montrent les études de cas réalisées en Nouvelle-Zélande (encadré 27.1) et en Suisse (encadré 11.3). Dans certains cas, toutefois, les choses ont pris un tour inattendu. Des gouvernements ont tendance à lier les partenariats de recherche et la diplomatie scientifique aux opportunités et échanges commerciaux. Il est révélateur que le réseau d'innovation du Canada soit maintenant géré par le Service des délégués commerciaux du Ministère des affaires étrangères, du commerce et du développement, par exemple, plutôt que de dépendre du service extérieur ; ce super-ministère est né en 2013 de la fusion de l'Agence canadienne de développement international et de l'ancien Ministère des affaires étrangères et du commerce international. L'Australie a pris une mesure similaire en rattachant l'Agence australienne pour le développement international (AusAID) au Ministère des affaires étrangères et du commerce et en donnant à l'aide étrangère une orientation de plus en plus commerciale.

Le boom économique mondial entre 2002 et 2007 semble avoir « soulevé toutes les embarcations » sur la vague de la prospérité et fait de l'innovation un objet privilégié de l'attention des responsables politiques et de l'allocation de ressources dans de nombreux pays émergents ou en développement. Cette période a été marquée par une abondance de politiques de STI, de documents de planification à long terme (« vision ») et de cibles ambitieuses partout dans le monde. Depuis la crise de 2008–2009, la lenteur de la croissance économique et le resserrement des budgets publics semblent avoir rendu beaucoup plus difficile l'art de concevoir et mettre en œuvre des politiques de la science et de l'innovation efficaces. Les pressions exercées sur la recherche d'intérêt général en Australie, au Canada et aux États-Unis sont un exemple des conséquences de la contraction des budgets de R&D publics. Pour les pays à revenu faible ou intermédiaire, le défi sera de s'assurer que la mise en œuvre des politiques dispose de crédits suffisants, qu'elle est suivie et évaluée, et que les organes qui en sont chargés coordonnent leurs efforts et sont tenus de rendre des comptes.

Certains pays sont dotés de longue date d'un système d'enseignement supérieur relativement solide et d'un vaste réservoir de scientifiques et d'ingénieurs, ou ont récemment progressé à grand pas dans cette direction. En dépit de cela, ils ne voient pas encore leur secteur des entreprises manifester un vigoureux intérêt pour la R&D et l'innovation, pour différentes raisons qui vont de la spécialisation sectorielle de leur économie à une conjoncture commerciale peu favorable ou se dégradant. À des degrés divers, des pays variés sont confrontés à ce phénomène, parmi lesquels l'Afrique du Sud, le Brésil, le Canada, la Fédération de Russie, l'Inde, l'Iran et l'Ukraine.

D'autres pays ont beaucoup progressé sur la voie de la réforme économique, de la modernisation de l'industrie et de la compétitivité sur les marchés internationaux, mais doivent encore compléter leurs efforts pour développer la R&D publique par d'importantes améliorations qualitatives dans les domaines de l'enseignement supérieur et de la recherche fondamentale, de telle façon que la R&D soit davantage axée sur l'innovation véritable et non plus seulement sur le développement expérimental. Là encore, toutes sortes de pays, dont la Chine, la Malaisie et la Turquie, se trouvent confrontés à ce défi. Certains, comme la Malaisie, devront faire en sorte que la compétitivité de leur industrie repose moins sur l'investissement direct étranger que sur la recherche endogène. Pour d'autres, il s'agira de promouvoir une saine coopération entre les différentes composantes du système de recherche public. La réforme actuelle des académies des sciences de la Chine, de la Fédération de Russie et de la Turquie illustre les tensions que suscite toute remise en question de l'autonomie de ces institutions.

Science et éducations ouvertes dans des frontières « fermées » ?

Une autre tendance notable est la forte augmentation du nombre de chercheurs, qui sont aujourd'hui 7,8 millions dans le monde. Cela représente une augmentation de 21 % depuis 2007 (tableau 1.3). Cette évolution est confirmée par l'explosion des publications scientifiques. La concurrence s'est considérablement intensifiée entre chercheurs souhaitant publier leurs travaux dans un nombre limité de revues prestigieuses, tout comme entre scientifiques désireux d'obtenir un emploi dans les centres de recherche et universités les plus réputés. De plus, ces établissements se font eux-mêmes concurrence pour attirer les meilleurs talents.

L'Internet a été à l'origine de la « science ouverte », ouvrant ainsi la voie à une collaboration en ligne des chercheurs à l'échelle internationale, ainsi qu'au libre accès aux publications et aux données sources. Dans le même temps se produisait une évolution mondiale dans le sens d'un « enseignement ouvert », avec le développement et l'offre de nombreux cours en ligne ouverts et massifs ou en petits groupes privés (MOOC) proposés par de nouveaux groupements universitaires mondiaux. Bref, la recherche universitaire et l'enseignement supérieur s'internationalisent rapidement, avec des conséquences majeures sur leur organisation et leur financement, jusqu'ici

nationaux. La même évolution s'observe dans le secteur privé, qui a « potentiellement » un bien plus grand rôle à jouer que les universités dans l'instauration partout dans le monde d'un « équilibre des ressources » dont disposent la science et la technologie (chapitre 2). De plus en plus, on juge indispensable de confier la recherche et l'innovation à des équipes internationales. Comme on le dit souvent, la Silicon Valley doit son succès aux CI, abréviation qui désigne non pas les circuits intégrés, mais la contribution des Chinois et des Indiens à ce foyer de l'innovation.

Le revers de la médaille est que les flux transfrontières de connaissances sous la forme d'échange de chercheurs, de travaux corédigés, de copropriété des inventions et de crédits à la recherche dépendent aussi fortement de facteurs n'ayant que peu de rapports avec la science. De nos jours, l'élaboration d'une politique nationale de la STI a bien souvent des objectifs mercantiles. Tous les gouvernements sont soucieux d'accroître leurs exportations de haute technologie, mais peu d'entre eux sont prêts à discuter de la levée des obstacles non tarifaires (marchés publics, par exemple) qui limitent peut-être leurs importations. Chacun souhaite attirer les centres de R&D et les professionnels (scientifiques, ingénieurs, titulaires d'un doctorat, etc.) de l'étranger mais peu acceptent d'envisager des cadres de nature à faciliter les mouvements transfrontières (dans les deux sens). La décision de l'UE de délivrer des visas scientifiques à compter de 2016 dans le cadre de son Union de l'innovation afin de faciliter la circulation de spécialistes est une tentative pour lever certains de ces obstacles.

La substitution de produits nationaux aux importations a fortement pesé ces dernières décennies sur les politiques de développement. Aujourd'hui, le débat s'amplifie sur les mérites des politiques industrielles protectionnistes. Les auteurs du chapitre sur le Brésil (chapitre 8), par exemple, estiment que les politiques de substitution d'importations ont dissuadé les entreprises endogènes d'innover, du fait que celles-ci n'ont plus à affronter la concurrence internationale.

Une bonne gouvernance est bonne pour la science

La bonne gouvernance est un facteur de progrès à chaque étape du processus de développement induit par l'innovation. L'absence de toute corruption au sein du système universitaire est essentielle pour que celui-ci produise des diplômés qualifiés. À l'autre bout du cycle de l'innovation, un environnement entrepreneurial corrompu est un sérieux frein à l'émergence d'une compétitivité fondée sur l'innovation. Les entreprises seront par exemple peu enclines à investir dans la R&D si elles ne peuvent compter sur le système judiciaire pour défendre leurs droits de propriété intellectuelle. Des normes de gouvernance laissant à désirer créent aussi un terrain plus propice à la fraude scientifique.

Le *Rapport de l'UNESCO sur la science* cite de nombreux exemples de pays ayant reconnu la nécessité d'une meilleure gouvernance pour promouvoir la science et l'innovation endogènes. Avec une franchise exemplaire, le Comité de coordination du développement scientifique et technologique de l'Ouzbékistan fait du renforcement de l'état de droit l'une des huit priorités du pays s'agissant de stimuler la R&D d'ici à 2020 (chapitre 14).

La *Stratégie 2020* de l'Europe du Sud-Est mentionne « l'efficacité des services publics, de la lutte contre la corruption et de la justice » comme l'un des cinq piliers de la nouvelle stratégie de croissance de la région. Dans la République de Moldova voisine, 13 % du programme d'aide publique à la R&D de 2012 sert à financer « la consolidation de l'état de droit et la mise en valeur du patrimoine culturel dans la perspective de l'intégration européenne ». Le chapitre sur les États arabes insiste vigoureusement sur la nécessité d'améliorer la gouvernance, la transparence, l'état de droit et la lutte contre la corruption pour retirer des avantages accrus de l'investissement dans la science et la technologie, de mieux récompenser l'initiative et le rôle d'impulsion tout en offrant aux entreprises un environnement sain. Enfin, mais ce n'est pas le moins important, les chapitres consacrés à l'Amérique latine et à l'Afrique australe mettent en évidence le lien solide entre efficacité des pouvoirs publics et productivité de la science.

Les effets négatifs pour la science de la « malédiction des ressources »

L'extraction de ressources naturelles peut permettre à un pays d'accumuler des richesses importantes mais, à long terme, elle suffit rarement à assurer une croissance économique soutenue. Un certain nombre de pays semblent avoir laissé passer la chance qui leur était offerte de fonder la croissance sur ces ressources pour consolider les bases de leur économie. On est tenté d'en conclure que, dans les pays riches en ressources naturelles, la forte croissance induite par l'exploitation de ces dernières dissuade le secteur privé de miser sur l'innovation et le développement durable.

La fin du dernier boom des matières premières, alliée à la chute des cours mondiaux du pétrole depuis 2014, a mis en évidence la vulnérabilité des systèmes d'innovation nationaux dans un large éventail de pays et de régions richement dotés en ressources qui luttent actuellement pour rester compétitifs : le Canada (chapitre 4), l'Australie (chapitre 27), le Brésil (chapitre 8), les États arabes exportateurs de pétrole (chapitre 17), l'Azerbaïdjan (chapitre 12), l'Asie centrale (chapitre 14) et la Fédération de Russie (chapitre 13). D'autres pays dont l'expansion économique a longtemps été lourdement tributaire des exportations de matières premières ont fait des efforts plus résolus pour privilégier un développement fondé sur le savoir, comme l'illustrent les chapitres relatifs à l'Iran (chapitre 15) et à la Malaisie (chapitre 26).

Dans des circonstances normales, les pays riches en ressources peuvent se permettre le luxe d'importer les technologies dont ils ont besoin tant que dure le filon (États du Golfe, Brésil, etc.). Dans les cas exceptionnels où des pays richement dotés sont confrontés à un embargo sur la technologie, ils ont tendance à opter pour des stratégies de substitution des importations. C'est ainsi que, depuis le deuxième trimestre de 2014, la Fédération de Russie (chapitre 13) a élargi son programme de substitution en réponse aux sanctions commerciales restreignant les importations de produits technologiques essentiels. Le cas de l'Iran (chapitre 15) montre comment un embargo commercial prolongé peut inciter un pays à investir dans le développement technologique endogène.

Il y a lieu de noter que plusieurs pays dont l'économie repose sur la rente pétrolière, dont l'Algérie, le Gabon, les Émirats arabes unis et l'Arabie saoudite, ont marqué leur intérêt pour le développement des énergies renouvelables *avant même* que les cours mondiaux du pétrole ne commencent à baisser au deuxième semestre de 2014. Le *Rapport de l'UNESCO sur la science 2010* notait un changement de paradigme en faveur d'une croissance verte. Le présent rapport montre qu'à l'évidence, cette tendance s'est accélérée depuis et séduit un nombre toujours plus grand de pays, même si le niveau de l'investissement public n'est pas toujours à la mesure de ces ambitions.

L'accent est souvent mis sur la formulation de stratégies d'adaptation visant à protéger l'agriculture, à réduire les risques de catastrophe et/ou à diversifier le mix énergétique national, et à assurer ainsi la sécurité à long terme sur le plan de l'alimentation, de l'eau et de l'énergie. Les pays prennent en outre de plus en plus conscience de la valeur de leur capital naturel, comme l'illustre la recommandation appelant les pays africains dans la *Déclaration de Gaborone sur la durabilité* (2012) à intégrer cette valeur dans la comptabilité nationale et la planification des entreprises. Dans les économies à revenu élevé (EU, République de Corée, Japon, etc.), l'engagement d'une entreprise en faveur du développement durable va souvent de pair avec le désir de conserver sa compétitivité sur des marchés mondiaux de plus en plus intéressés par les technologies vertes ; l'investissement mondial dans la technologie des énergies renouvelables a crû de 16 % en 2014, sous l'effet d'une baisse de 80 % des coûts de fabrication des systèmes d'exploitation de l'énergie solaire. Il faut s'attendre à ce que ce mouvement vers une croissance verte s'accentue, à mesure que les pays s'efforcent de réaliser les nouveaux objectifs de développement durable.

Perspectives à venir : le *Programme 2030*

Le 25 septembre 2015, les Nations Unies ont adopté le *Programme de développement durable à l'horizon 2030*. Cette initiative ambitieuse ouvre une nouvelle phase marquée par le passage des objectifs du Millénaire pour le développement (2000-2015) à un nouvel ensemble intégré d'objectifs, les objectifs de développement durable. Universel, ce nouveau Programme s'applique aux pays développés comme aux pays en développement. Il ne comprend pas moins de 17 objectifs et 169 cibles. Les progrès accomplis dans la réalisation de ces objectifs au cours des 15 prochaines années devront s'appuyer sur des données factuelles, raison pour laquelle une série d'indicateurs sera définie d'ici à mars 2016 afin d'aider les pays à suivre leurs avancées par rapport à chacune des cibles. Les objectifs combinent de manière équilibrée les trois piliers, économique, environnemental et social, du développement durable, tout en reprenant d'autres éléments fondamentaux de la mission des Nations Unies dans les domaines des droits de l'homme, de la paix et de la sécurité. La STI fait partie intégrante du *Programme 2030* en tant que moyen essentiel à la réalisation de bon nombre de ces objectifs.

Même si les objectifs de développement durable ont été adoptés par les gouvernements, il est clair qu'ils ne seront réalisés que si tous les groupes de parties prenantes se les approprient. La communauté scientifique le fait déjà. Comme il ressort du *Rapport de l'UNESCO sur la science : vers l'horizon 2030*, la recherche scientifique est désormais axée sur la résolution des problèmes et vise à relever les défis urgents du développement. Le volume des subventions aujourd'hui allouées à la recherche appliquée témoigne de cette réorientation de ses priorités. Dans le même temps, les gouvernements comme les entreprises investissent de plus en plus dans le développement de « technologies vertes » et de « villes vertes ». N'oublions pas non plus que « la recherche fondamentale et la recherche appliquée sont les deux faces d'une même médaille », comme l'a rappelé le Conseil consultatif scientifique du Secrétaire général de l'Organisation des Nations Unies. Elles sont « indissociables et interdépendantes [et] se complètent donc l'une l'autre pour offrir des solutions novatrices aux défis auxquels l'humanité est confrontée sur la voie du développement durable ». Un investissement adéquat dans la recherche fondamentale comme dans la recherche-développement est une condition essentielle de la réalisation des objectifs du *Programme 2030*.

Luc Soete né en Belgique en 1950, est recteur de l'Université de Maastricht (Pays-Bas). Il a été directeur de l'UNU-Merit à Maastricht, créée par lui en 1988.

Susan Schneegan, née en Nouvelle-Zélande en 1963, est rédactrice en chef de la collection des Rapports de l'UNESCO sur la science.

Deniz Eröcal, né en Turquie en 1962, est un consultant et chercheur indépendant basé à Paris (France), dont les travaux portent sur les politiques et l'économie de la science, de la technologie, de l'innovation et du développement durable.

Baskaran Angathevar, né en Inde en 1959, est professeur associé (invité) à la Faculté d'économie et d'administration de l'Université de Malaya.

Rajah Rasiah, né en Malaisie en 1957, est professeur d'économie et de gestion de la technologie à la Faculté d'économie et d'administration de l'Université de Malaya depuis 2005.

Les responsables politiques devraient éviter de se concentrer sur la seule conception de mesures de nature à inciter les entreprises à faire de la recherche et développement. Ils devraient aussi faciliter l'innovation non liée à la recherche, en particulier celle qui passe par le transfert de technologie.

Elvis Korku Avenyo, Chiao-Ling Chien, Hugo Hollanders, Luciana Marins, Martin Schaaper et **Bart Verspagen**



Usine d'assemblage automobile à Lovetch (Bulgarie) en 2012

Photo : © Ju1978/Shutterstock.com

2. Suivre les tendances en matière d'innovation et de mobilité

Elvis Korku Avenyo, Chiao-Ling Chien, Hugo Hollanders, Luciana Marins, Martin Schaaper et Bart Verspagen

INTRODUCTION

L'innovation s'élargit à un nombre croissant de pays

Avec le développement des « économies émergentes », un nombre croissant de pays s'est lancé dans la recherche et développement (R&D). Les entreprises multinationales jouent un rôle crucial dans ce processus. En créant des sites de recherche (unités de R&D) à l'étranger, elles encouragent le transfert de connaissances et la mobilité du personnel de recherche. Soulignons qu'il s'agit d'un phénomène à double sens. Les entreprises multinationales basées au Brésil, dans la Fédération de Russie, en Inde, en Chine et en Afrique du Sud (le groupe BRICS) ne se contentent pas d'attirer les multinationales étrangères : elles rachètent également des entreprises de haute technologie en Amérique du Nord et en Europe, ce qui leur permet d'accéder du jour au lendemain à un personnel qualifié et à un portefeuille de brevets. Ce phénomène est particulièrement visible en Chine et en Inde, qui représentent désormais une part du volume mondial de dépenses de R&D des entreprises plus importante que l'Europe occidentale (figure 2.1). En 2014, par exemple, l'entreprise indienne Motherson Sumi Systems Ltd a racheté le faisceau de câblage de Stoneridge Harness Inc, basé dans l'Ohio aux États-Unis, pour un montant de 65,7 millions de dollars des États-Unis (voir chapitre 22).

Des cultures de travail différentes

Les agents privés font preuve d'innovation, tout comme les agents (semi-)publics, mais leurs cultures de travail différentes affectent la diffusion des connaissances nouvelles. Les scientifiques travaillant pour des institutions publiques telles que les universités sont depuis longtemps animés par la volonté d'établir une réputation fondée sur la transparence. Pour réussir, ils doivent être les premiers à faire état d'une découverte en la publiant dans des revues accessibles à un large public. Leur réussite implique par ailleurs que d'autres scientifiques reconnaissent cette découverte et l'utilisent pour leurs propres travaux. Le partage des connaissances avec les confrères et le grand public constitue donc un élément clé du travail des scientifiques universitaires.

Les scientifiques travaillant pour des entreprises privées, en revanche, ont d'autres motivations. Le respect des intérêts de leur employeur implique une certaine confidentialité et l'appropriation des connaissances plutôt que leur diffusion auprès du plus grand nombre. Dans un marché fondé sur la concurrence, les entreprises sont tenues de s'approprier les connaissances qu'elles développent (sous la forme de biens, services et procédés) afin d'éviter que leurs concurrents imitent leurs découvertes à moindre coût.

Les entreprises utilisent un large éventail de stratégies pour protéger leurs connaissances, des brevets et autres droits de propriété intellectuelle à la confidentialité. Même si elles finissent par rendre leurs connaissances publiques par l'intermédiaire du marché, la protection de ces connaissances limite leur diffusion. Ce compromis entre le droit qu'ont les entreprises de protéger leurs connaissances et l'intérêt général est à la base de tout régime de droits de propriété intellectuelle utilisé dans l'économie mondiale.

Les connaissances publiques ne sont pas concernées, mais la plupart des connaissances développées aujourd'hui résultent d'une collaboration entre des acteurs publics et des acteurs privés, ce qui peut affecter le degré de diffusion des connaissances. L'influence des connaissances nouvelles sur la productivité agricole est un exemple particulièrement marquant. La « révolution verte » du milieu du XX^{e} siècle s'appuyait presque exclusivement sur les recherches menées par des universités et des laboratoires publics. Les connaissances ainsi développées ont donc été mises à la disposition des agriculteurs du monde entier, ce qui a nettement stimulé la productivité agricole dans de nombreux pays en développement. Lorsque l'avènement de la génétique et de la biotechnologie moderne a donné un nouveau coup d'accélérateur à la productivité agricole à la fin du XX^{e} siècle, la situation était cependant bien différente : les entreprises privées jouaient alors un rôle central et protégeaient leurs connaissances, ce qui a entraîné une dépendance bien plus forte des agriculteurs et d'autres acteurs vis-à-vis d'une poignée de multinationales agissant en situation de monopole. Cette situation a donné lieu à des débats houleux sur les aspects économiques et éthiques liés au développement de technologies « révolutionnaires » par des entreprises privées limitant leur diffusion.

La science privée est de plus en plus mobile

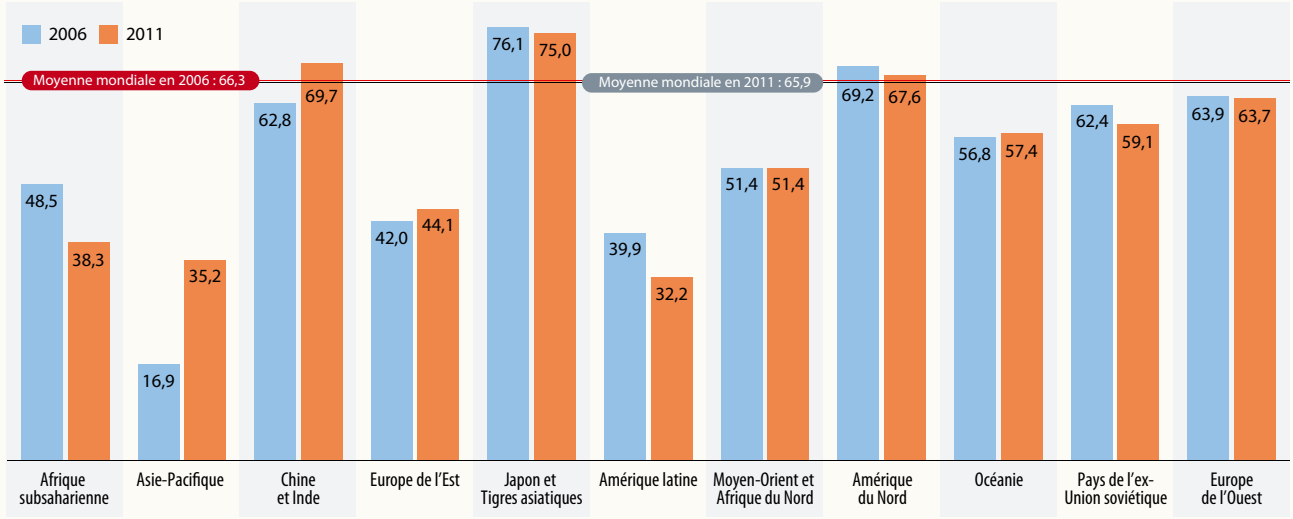
Le degré de mobilité constitue une autre différence « culturelle » entre la science publique et la science privée. Cette dernière est de plus en plus mobile, ce qui n'est pas le cas de la première. Il n'est pas ici question des chercheurs individuels travaillant dans le secteur public ou privé, qui ont tendance à envisager la mobilité comme un moyen de développer leur carrière, mais plutôt des différences au niveau institutionnel. Un nombre croissant d'entreprises relocalisent leurs laboratoires de recherche à l'étranger. Les universités restent dans l'ensemble beaucoup plus statiques et sont très peu nombreuses à s'implanter à l'étranger. Le secteur privé a donc potentiellement un rôle bien plus important à jouer que les universités dans l'instauration d'un « équilibre des ressources » dont disposent la science et la technologie partout dans le monde.

En 2013, l'Institut de statistique de l'UNESCO a lancé sa première enquête internationale sur l'innovation menée par les entreprises manufacturières. Pour la première fois, une base de données comprenant des indicateurs liés à l'innovation pour 65 pays à différents stades de développement a été rendue publique. Dans le présent chapitre, nous allons examiner les différents types d'innovation menés par les entreprises privées et les liens que ces dernières doivent établir avec

Figure 2.1 : **Tendances en matière de dépenses de R&D des entreprises, 2001-2011**

La contribution de la R&D des entreprises aux DIRD a chuté depuis 2006 en Afrique subsaharienne, sur le continent américain et dans les anciens États soviétiques

Part de la R&D des entreprises dans les DIRD au niveau national, 2006 et 2011 (%)



1,08 %

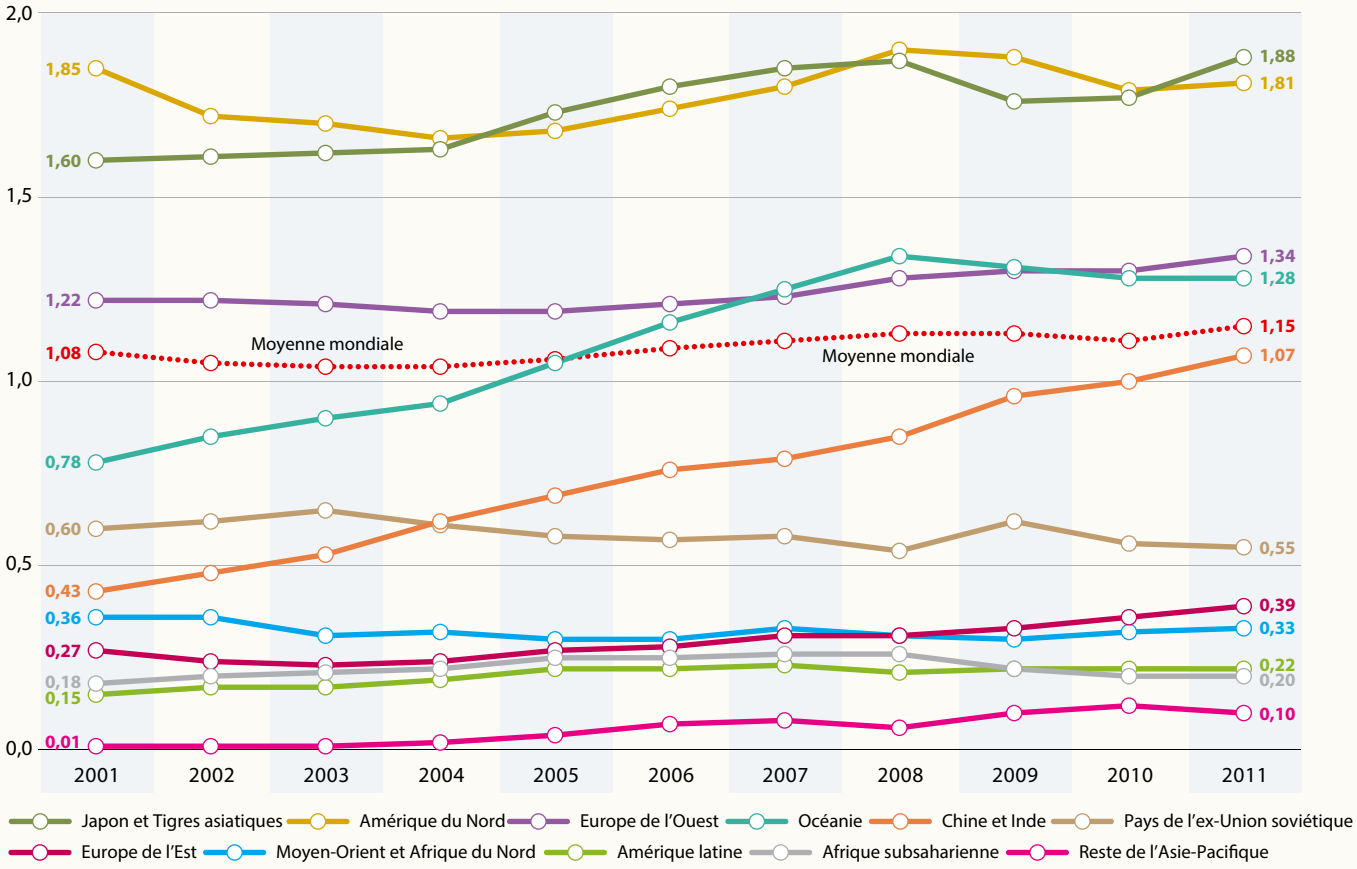
Moyenne mondiale pour les activités de R&D des entreprises en pourcentage du PIB en 2001

1,15 %

Moyenne mondiale pour les activités de R&D des entreprises en pourcentage du PIB en 2011

La R&D des entreprises représente seulement 0,2 % du PIB en Amérique latine et en Afrique subsaharienne

R&D des entreprises en pourcentage du PIB national, 2001-2011 (%)



5,1 %

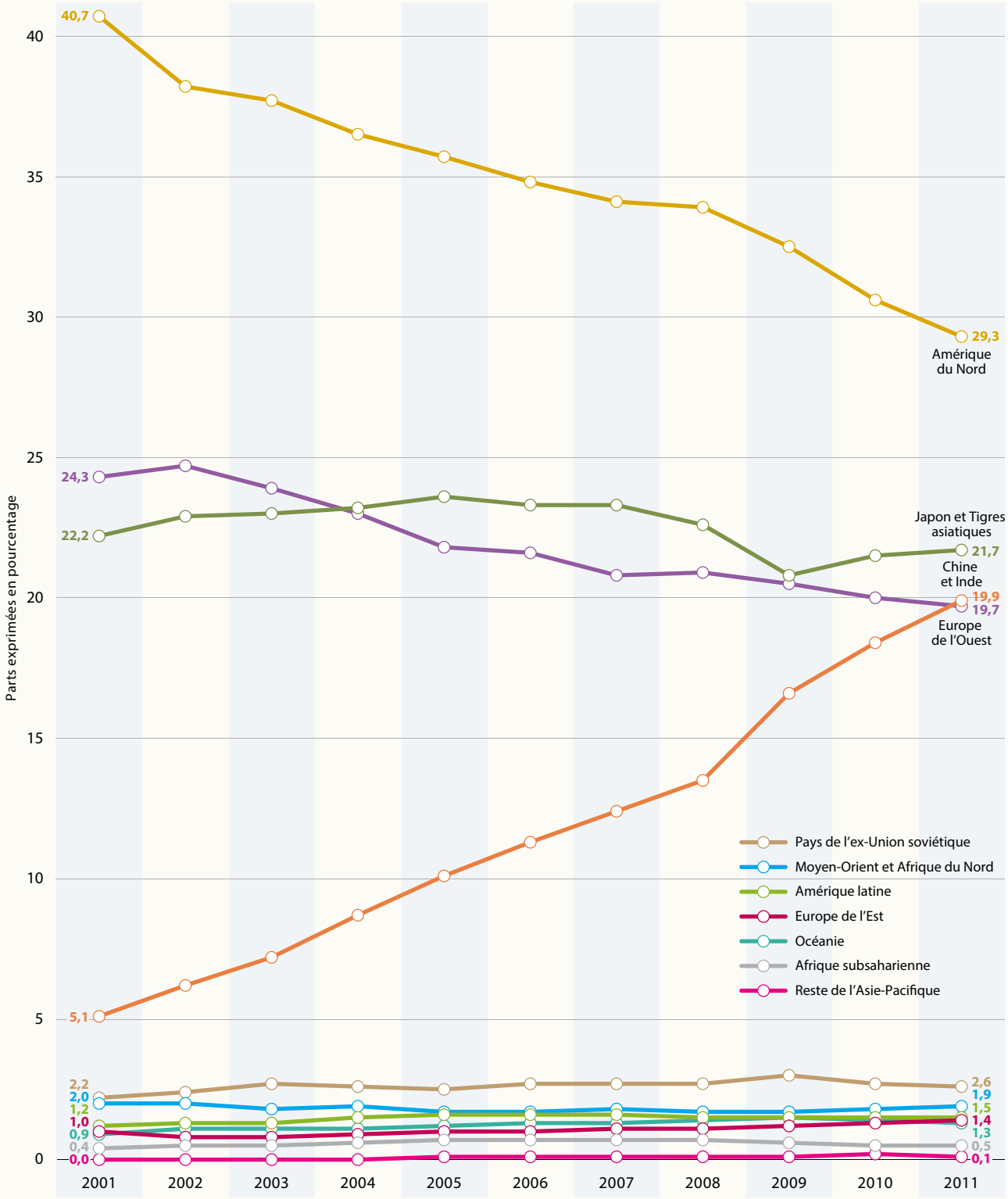
Part de la Chine et de l'Inde dans la R&D mondiale des entreprises en 2001

19,9 %

Part de la Chine et de l'Inde dans la R&D mondiale des entreprises en 2011

Ensemble, la Chine et l'Inde ont accru leur part dans le volume mondial de dépenses de R&D des entreprises, au détriment de l'Europe de l'Ouest et de l'Amérique du Nord

Parts de la R&D des entreprises dans le monde, 2001-2011 (%), exprimées en dollars PPA



Remarque : Pour les besoins du présent chapitre, le Moyen-Orient et l'Afrique du Nord englobent l'Algérie, l'Arabie saoudite, Bahreïn, l'Égypte, les Émirats arabes unis, l'Iran, l'Iraq, Israël, la Jordanie, le Koweït, le Liban, la Libye, le Maroc, Oman, la Palestine, le Qatar, la Syrie, la Tunisie et le Yémen. Voir l'annexe 1 pour connaître la composition des Tigres asiatiques.

Source : Estimations de l'UNU-MERIT basées sur les données de l'Institut de statistique de l'UNESCO.

les autres acteurs socio-économiques pour innover. Nous allons également définir le profil des pays destinataires d'investissements directs étrangers (IDE) à travers le monde. Au lieu de classer les pays par ordre croissant ou décroissant, nous allons identifier les points communs et les différences qui caractérisent les entreprises qui innovent dans des pays ayant des niveaux de revenu différents. Dans la seconde partie du présent chapitre, nous nous attacherons à analyser les tendances actuelles en matière de mobilité scientifique et les répercussions de ces tendances sur la capacité d'un pays à innover.

TENDANCES EN MATIÈRE D'INNOVATION

Le comportement innovant varie en fonction du niveau de revenu

On connaît depuis longtemps le rôle joué par l'innovation dans le processus de développement économique. Certains diraient même que ce lien a été évoqué pour la première fois il y a plus de 200 ans dans les travaux de l'économiste anglais Adam Smith (1776) ou dans ceux de l'essayiste allemand Karl Marx (1867), bien avant que ce terme soit formellement inventé par l'économiste autrichien Joseph Schumpeter (1942).

Au cours de la seconde moitié du XX^{e} siècle, les pays ont commencé à inclure progressivement l'innovation dans leurs programmes politiques, ce qui s'est traduit par la nécessité de fournir des données empiriques aux responsables politiques. Ces 20 dernières années, de nombreux efforts ont été menés pour uniformiser la définition internationale de l'innovation et élaborer des indicateurs. Ces travaux ont abouti à la première version du *Manuel d'Oslo* en 1992, qui a par la suite été mis à jour par l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) et Eurostat, l'Office statistique de l'Union européenne, en 1997 et 2005. Il reste malgré tout difficile de mesurer l'innovation[1] et la diversité des procédures méthodologiques adoptées par les pays (même lorsque les directives du *Manuel d'Oslo* sont respectées) empêche l'émergence d'indicateurs parfaitement harmonisés.

Selon l'enquête de 2013 auprès des entreprises, la forme d'innovation la plus courante est l'innovation de produit dans 11 pays à revenu élevé et l'innovation de procédé dans 12 pays à revenu élevé (figure 2.2). En Allemagne, près de la moitié des entreprises pratiquent l'innovation de produit et presque autant pratiquent l'innovation de commercialisation (48 %) et l'innovation organisationnelle (46 %), ce qui est comparable à la situation du Canada.

Le profil d'innovation varie considérablement parmi les pays à revenu faible et intermédiaire ayant répondu à l'enquête. Au Costa Rica, par exemple, 68 % des entreprises manufacturières pratiquent l'innovation de produit. À Cuba, en revanche, la part des entreprises pratiquant l'innovation organisationnelle est importante (65 %), tandis que les entreprises pratiquant l'innovation de commercialisation prédominent en Indonésie (55 %) et en Malaisie (50 %). Dans le groupe des pays à revenu faible et intermédiaire étudiés dans le cadre de l'enquête, l'innovation de procédé est le type d'innovation le moins mis en œuvre. Ce constat est quelque peu préoccupant, dans la mesure où l'innovation de procédé soutient la mise en œuvre d'autres types d'innovation.

Dans l'ensemble, l'innovation de commercialisation est le type d'innovation le moins mis en œuvre dans les 65 pays étudiés dans le cadre de l'enquête. En outre, la part des entreprises manufacturières ayant des activités innovantes varie de 10 à 50 %, quel que soit le type d'innovation mis en œuvre, et seuls quelques pays à revenu élevé pratiquent à égalité les quatre types d'innovation.

L'Allemagne présente le taux d'innovation le plus élevé parmi les pays à revenu élevé

À partir de maintenant, la discussion sera exclusivement axée sur l'innovation de produit et l'innovation de procédé. Dans l'ensemble, le taux d'innovation observé dans les pays à revenu élevé (en d'autres termes, la part des entreprises pratiquant activement l'innovation) correspond à la part des entreprises innovantes. Cela signifie que le taux d'innovation correspond essentiellement à des entreprises ayant mis en œuvre au moins une innovation de produit ou de procédé au cours de la période de référence concernée par l'enquête nationale, qui est généralement de trois ans.

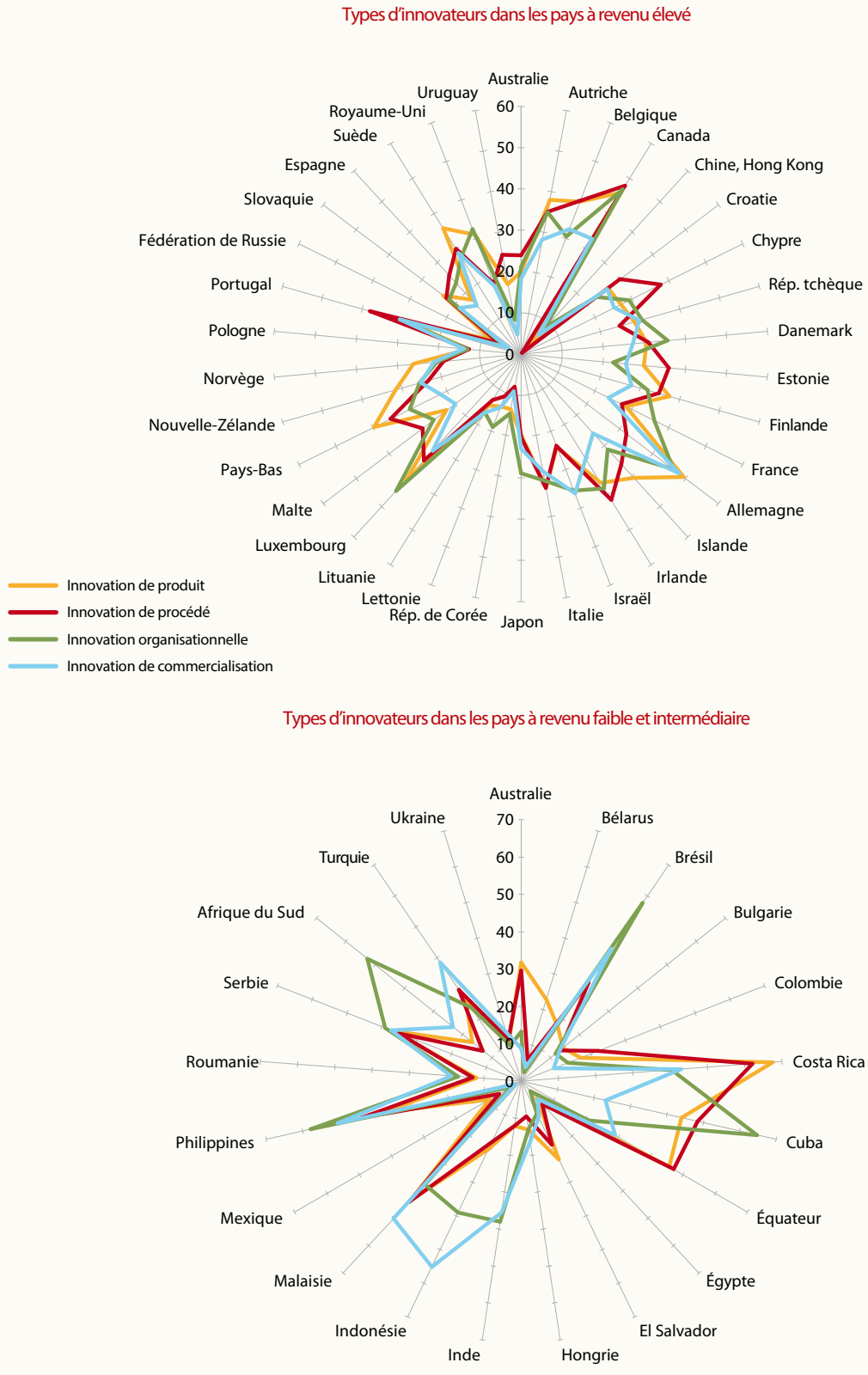
L'Allemagne présente le taux d'innovation le plus élevé parmi les pays à revenu élevé. Le fait que de nombreuses entreprises aient totalement abandonné l'innovation ou se limitent aux activités en cours ne nuit pas aux performances du pays en la matière : une fois ces entreprises écartées, l'Allemagne présente toujours l'une des parts les plus importantes d'entreprises innovantes (59 %).

On observe une tendance similaire dans le groupe des pays à revenu faible et intermédiaire étudiés dans le cadre de l'enquête, à quelques exceptions près. Au Panama, par exemple, quelque 26 % des entreprises ayant répondu à l'enquête ont déclaré avoir uniquement des activités d'innovation avortées ou en cours. Cela signifie que, malgré un taux d'innovation de 73 %, la part des entreprises pratiquant réellement l'innovation dans ce pays est de seulement 47 %.

Dans les pays du groupe BRICS, les entreprises pratiquant l'innovation de produit prédominent en Afrique du Sud et dans la Fédération de Russie, tandis que l'innovation de produit et l'innovation de procédé arrivent au coude-à-coude en Chine et en Inde (figure 2.3). Au Brésil, les entreprises pratiquant l'innovation de procédé sont beaucoup plus nombreuses que celles pratiquant l'innovation de produit. En Inde, près de la moitié du taux d'innovation correspond à des entreprises ayant des activités d'innovation avortées ou en cours.

1. Voir le glossaire p. 740 pour connaître la définition des termes liés à l'innovation utilisés dans le présent chapitre. Pour plus d'informations sur la méthodologie et le calendrier suivis par les pays ayant répondu à l'enquête, voir ISU (2015).

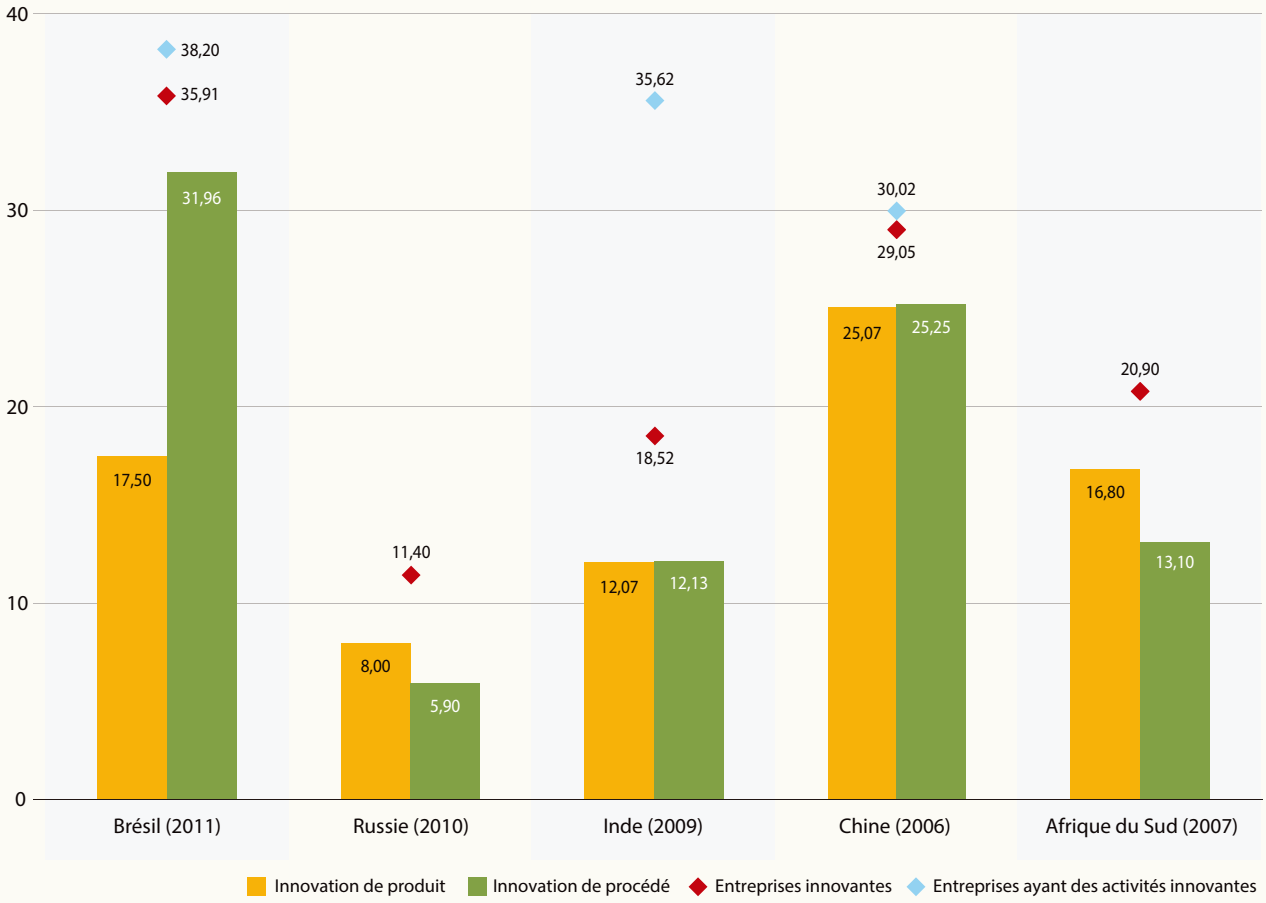
Figure 2.2 : **Types d'innovations dans le monde**
Part des entreprises manufacturières (%)



Source : Institut de statistique de l'UNESCO, septembre 2014.

Figure 2.3 : **Taux d'innovation des entreprises dans les pays du groupe BRICS**

Part des entreprises manufacturières (%)



Source : Institut de statistique de l'UNESCO, septembre 2014.

Les entreprises préfèrent toujours investir dans le savoir au niveau national

Comment les entreprises transfèrent-elles leurs ressources consacrées à la science, à la technologie et à l'innovation (STI) au-delà des frontières nationales ? Même s'il est difficile de quantifier ce phénomène, quelques tendances se dégagent de la base de données fDi Markets[2], une base de données sur les IDE liés au savoir. Nous allons examiner quatre catégories de projets issues de cette base de données : les projets de R&D, noyau dur de l'investissement du secteur privé dans le savoir ; la conception, le développement et la mise à l'essai, catégorie la plus vaste, qui comprend des recherches moins originales que la première ; l'éducation et la formation ; l'infrastructure de TIC et Internet. Les travaux consacrés aux tendances en matière d'investissement des entreprises montrent avant tout que la R&D et l'investissement lié au savoir sont généralement moins mondialisés que les autres formes d'investissement. Même si les entreprises multinationales basent souvent à l'étranger leurs activités de production ou de service comme la vente ou le service clientèle, elles hésitent à faire de même pour l'investissement dans le savoir. Les choses évoluent, mais les entreprises ont toujours tendance à maintenir l'investissement dans le savoir au niveau national. À titre d'exemple, une enquête sur les pays de l'Union européenne (UE) ayant le plus investi dans la R&D en 2014 montre que deux entreprises sur trois considèrent leur pays d'origine comme le plus attractif en termes de R&D (encadré 2.1).

On peut distinguer deux motivations principales à la réaffectation internationale de la R&D. La première est l'exploitation à base nationale (home-base exploiting) ; en d'autres termes, l'adaptation des connaissances existantes à de nouveaux marchés dans les marchés cibles eux-mêmes, afin de bénéficier d'informations locales et des compétences des travailleurs locaux. Cela entraîne une réaffectation de la R&D dans les pays où l'entreprise multinationale fabrique et vend également ses produits.

La seconde motivation est l'augmentation à base nationale (home-base augmenting) ; cette approche vise des connaissances spécifiques disponibles à l'étranger. Elle part du principe que les connaissances sont propres à un lieu donné et ne peuvent pas facilement être transférées sur de longues distances géographiques, par exemple du fait de l'existence d'une université ou d'un laboratoire public de recherche disposant d'une expertise très pointue ou d'un marché du travail commun offrant les compétences nécessaires à la mise en œuvre du projet de R&D envisagé par l'entreprise.

2. La base de données fDi Markets contient des informations sur les projets d'investissement individuels, l'entreprise qui réalise ces investissements, leur pays d'origine et leur destination, ainsi que la date et le montant des investissements (en milliers de dollars É.-U.).

Encadré 2.1 : **Les entreprises européennes jugent l'attractivité des pays pour la relocalisation de leurs activités de R&D**

Une enquête commandée par la Commission européenne en 2014 sur les pays de l'UE ayant le plus investi dans la R&D révèle que deux entreprises sur trois considèrent leur pays d'origine comme le plus attractif en termes de R&D.

Les entreprises considèrent par ailleurs les États-Unis, l'Allemagne, la Chine et l'Inde comme les pays les plus attractifs en termes de ressources humaines, de partage des connaissances et de proximité avec leurs autres sites, les pôles technologiques, les incubateurs et les fournisseurs.

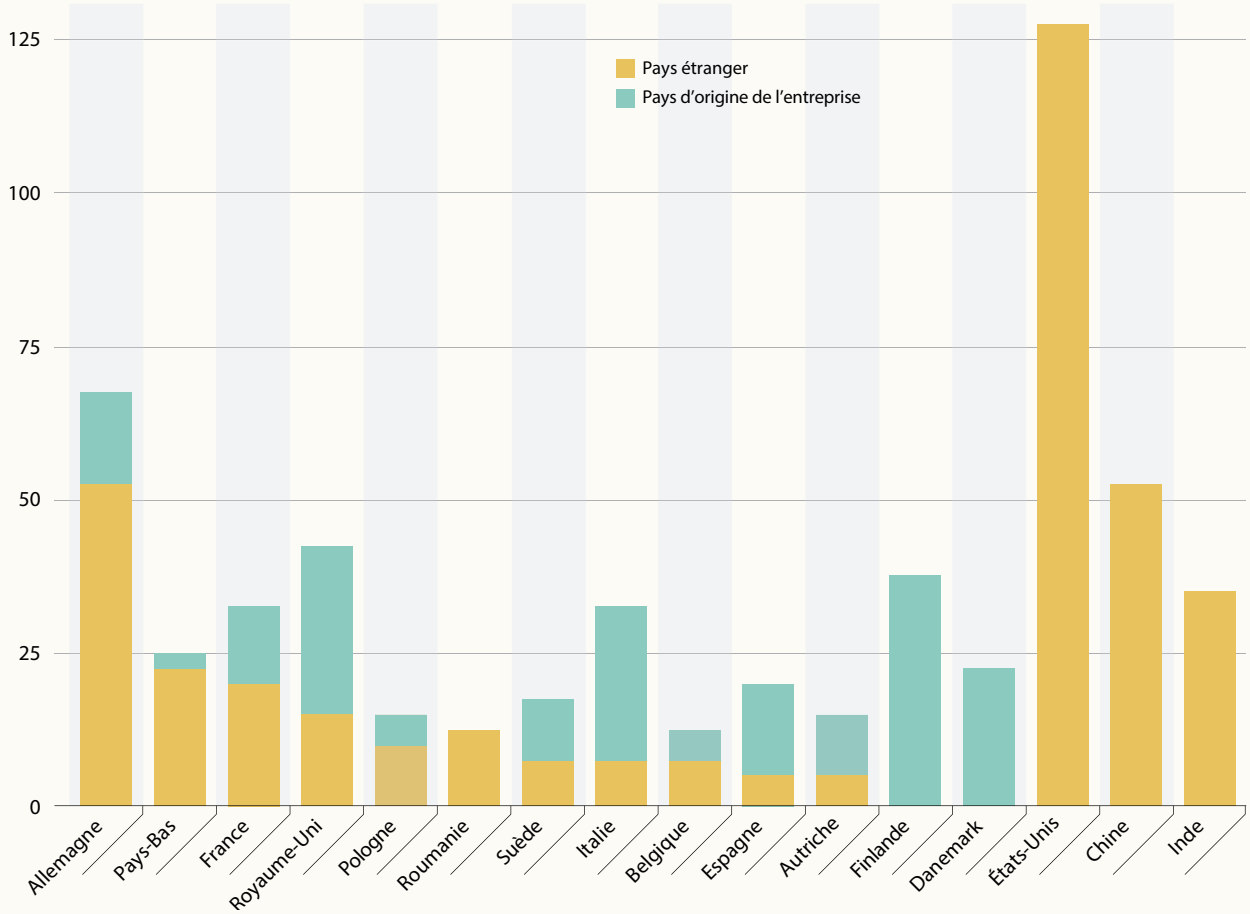
Au sein de l'UE, la qualité du personnel de R&D et les opportunités de partage des connaissances avec les universités et les organismes publics sont considérées comme les critères les plus importants. Les autres facteurs importants sont la proximité avec les autres sites de l'entreprise (pour la Belgique, le Danemark, l'Allemagne, la France, l'Italie, la Finlande et la Suède) et le nombre de membres du personnel de R&D (pour l'Italie, l'Autriche, la Pologne et le Royaume-Uni).

Les entreprises considèrent les États-Unis comme le pays le plus attractif pour la R&D en termes de taille du marché et de taux de croissance, tandis que les pays de l'UE se démarquent par la qualité de leur personnel de R&D sur le marché du travail et le niveau de soutien public à la R&D prenant la forme de subventions, de financements directs et d'avantages fiscaux.

Lorsqu'elles envisagent la possibilité de créer des unités de R&D en Chine et en Inde, les entreprises européennes ont tendance à s'intéresser en priorité à la taille du marché et au taux de croissance économique, ainsi qu'au nombre de membres et au coût salarial du personnel de R&D. La Chine et l'Inde ne sont pas considérées comme des pays attractifs en termes de droits de propriété intellectuelle (en particulier en ce qui concerne leur application) ou de soutien public à la R&D par le biais de subventions et de financements directs, de partenariats public-privé et de financement de l'investissement non lié à la R&D.

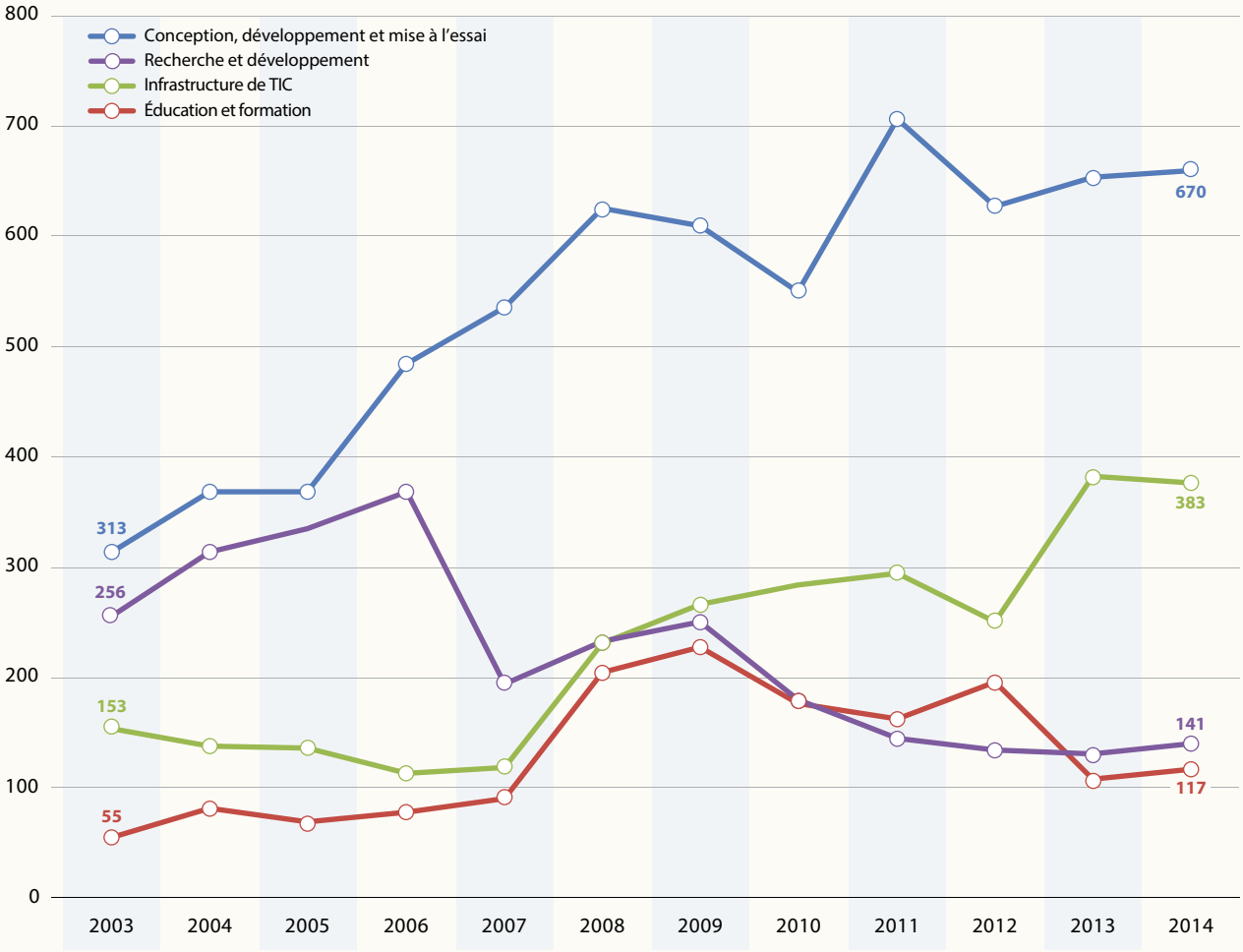
Source (texte et figure 2.4) : Résumé de Centre commun de recherche - Institut de prospective technologique, 2014, *The 2014 EU Survey on Industrial R&D Investment Trends.* Voir http://iri.jrc.ec.europa.eu/survey14.html.

Figure 2.4 : **Pays les plus attractifs en termes de R&D des entreprises selon les entreprises de l'UE, 2014**



Remarque : Enquête basée sur un indice d'attractivité élaboré à partir de 161 réponses fournies par 186 entreprises.

Figure 2.5 : **Évolution du nombre de projets dans la base de données fDi Markets, 2003-2014**



Source : Base de données fDi Markets, mai 2015.

La R&D en augmentation à base nationale est généralement considérée comme plus « radicale », en ce sens qu'elle a des répercussions plus importantes sur les capacités technologiques du pays destinataire et de la région dans laquelle le projet d'investissement trouve son origine. Il est impossible d'établir une distinction directe entre ces deux motivations, mais il semble vraisemblable que la catégorie conception, développement et mise à l'essai comprenne généralement plus de projets d'exploitation à base nationale que la catégorie R&D.

Le nombre de projets d'IDE liés à la R&D diminue

La figure 2.5 offre un aperçu de l'évolution du nombre de projets dans chaque catégorie. Notons que les données pour 2014 sont incomplètes. Nous préférons ce comptage simple à l'étude des tendances en matière de dollars investis, car le montant d'investissement moyen par projet reste relativement stable au fil du temps, mais varie grandement entre l'infrastructure de TIC et les trois autres catégories. Il existe des différences marquées entre ces quatre catégories : le nombre de projets de R&D chute nettement au fil du temps, tandis que les catégories conception et infrastructure de TIC progressent et que l'éducation fluctue légèrement.

La crise financière se fait ressentir dans les indicateurs économiques agrégés à partir de 2008. La crise ne semble pas avoir eu une influence majeure sur les projets d'investissement enregistrés dans la base de données fDi Markets. Les cinq premiers secteurs (sur 39) concernés par les projets d'IDE sont les logiciels et les services informatiques, la communication, les services aux entreprises, les produits pharmaceutiques et les semi-conducteurs (tableau 2.1). Ces cinq secteurs représentent 65 % de l'ensemble des projets d'IDE liés au savoir. La catégorie R&D est dominée par trois secteurs connexes : les produits pharmaceutiques, les biotechnologies et les produits chimiques (57 % des projets). Trois secteurs figurent quant à eux parmi les cinq premiers secteurs de la catégorie conception, développement et mise à l'essai : les semi-conducteurs, les machines industrielles et les produits chimiques. Dans la catégorie éducation, les services aux entreprises, les machines industrielles et les fabricants d'équipements d'origine (FEO) pour le secteur automobile figurent en tête du classement.

Une tendance croissante à la convergence

La R&D privée est fortement concentrée dans les régions développées du globe, où près de 90 % des projets d'IDE liés

Tableau 2.1 : **Répartition sectorielle des projets d'investissement direct étranger (IDE) liés au savoir, 2003-2014**

Secteur	Rang général	Part du total des projets (%)	Rang en matière de R&D	Part du total des projets (%)	Rang en matière de conception, de développement et de mise à l'essai	Part du total des projets (%)	Rang en matière d'éducation	Part du total des projets (%)	Rang en matière d'infrastructure de TIC	Part du total des projets (%)
Logiciels et services informatiques	1	26	2	15	1	37	2	11	2	21
Communication	2	23	4	8	2	10	4	6	1	76
Services aux entreprises	3	7	33		7	_	1	37	3	1
Produits pharmaceutiques	4	5	1	19	11	_	24	_	10	_
Semi-conducteurs	5	4	6		3	7	14	–	10	–
Produits chimiques	–	–	3	8	5	5	–	–	–	–
Biotechnologies	–	–	5	8	–	–	–	–	–	–
Machines industrielles	–	–	–	–	4	5	3	7	–	–
Automobile	–	–	–	–	–	–	5	6	–	–
Services financiers	–	–	–	–	–	–	–	–	3	1
Transports	–	–	–	–	–	–	–	–	5	0
Cinq premiers (%)	–	65	–	57	–	65	–	67	–	99

Source : Base de données fDi Markets, mai 2015.

à la R&D trouvent leur origine, même si l'expansion du secteur privé chinois fait de ce pays une puissance émergente (figure 2.6). L'Europe occidentale, l'Amérique du Nord, le Japon et les Tigres asiatiques ne sont cependant destinataires que d'environ 55 % des projets d'IDE. On peut donc considérer que les flux d'IDE contribuent à une répartition plus équitable de la R&D dans le monde. Les régions du monde qui représentent une faible part de la R&D mondiale des entreprises attirent une part relativement importante de projets d'IDE liés à la R&D provenant de régions où se concentrent la majeure partie de la R&D du secteur privé (figure 2.6).

Cette tendance à la « convergence » vient en grande partie de Chine et d'Inde, qui attirent à elles seules près de 29 % des projets d'IDE liés à la R&D. La Chine est la principale destination, avec un nombre de projets qui dépasse seulement d'un tiers celui de l'Inde. En revanche, seuls 4,4 % des projets trouvent leur origine dans ces deux pays. L'Afrique se démarque par le très faible nombre de projets qu'elle attire (moins de 1 % du total mondial). Comme le montre la première carte[3] de la figure 2.6, la destination et l'origine des projets sont très concentrées, même au sein des pays. La Chine, l'Inde et, dans une moindre mesure, le Brésil attirent de nombreux projets de R&D mais, dans ces grands pays, la majorité des projets se concentrent dans un petit nombre de villes. En Chine, ces villes (y compris Hong Kong et Pékin) sont principalement situées dans les régions côtières. En Inde, la majorité des projets se concentrent à Bangalore, Bombay et Hyderabad. Au Brésil, les deux premières villes sont São Paulo et Rio de Janeiro. L'Afrique est un territoire presque vierge, à l'exception de la région de Johannesburg-Pretoria.

3. Afin que les cartes de la figure 2.6 restent lisibles, les projets ne sont pas mentionnés lorsque l'origine et la destination sont des régions à revenu élevé, à savoir l'Amérique du Nord, l'Europe occidentale, le Japon, les Tigres asiatiques et l'Océanie. Certains projets ne comportent aucune information sur les villes.

Les projets de conception, développement et mise à l'essai offrent un tableau similaire à celui des projets liés à la R&D. La Chine et l'Inde attirent une part légèrement plus importante des projets d'IDE dans cette catégorie, tout comme les autres régions. L'Afrique dépasse le seuil de 1 % pour cette catégorie. Il semblerait que ce type de projets soit plus sujet à la mondialisation que ceux de la catégorie R&D pure, peut-être du fait que les connaissances requises pour la conception, le développement et la mise à l'essai sont légèrement plus faciles à transférer (comme le montre le plus grand nombre de projets d'IDE dans cette catégorie), ces connaissances étant assimilées à l'exploitation à base nationale plus qu'à l'augmentation à base nationale. La carte correspondante montre les mêmes pôles d'attraction en Chine, en Inde, au Brésil et en Afrique du Sud que la première carte consacrée aux projets de R&D, mais également des pôles supplémentaires, en particulier au Mexique (Guadalajara et Mexico), en Argentine (Buenos Aires) et en Afrique du Sud (Le Cap).

Dans la catégorie éducation et formation, le Moyen-Orient et l'Afrique attirent une part relativement importante des projets. En ce qui concerne l'infrastructure de TIC, l'Amérique latine, l'Europe de l'Est et l'Afrique figurent cependant du côté des destinataires. Les cartes consacrées à ces deux catégories mettent en évidence les mêmes pôles d'attraction que la carte consacrée aux projets d'IDE liés à la R&D.

Pour conclure sur ce sujet, nous pouvons dire que les projets d'IDE liés au savoir sont de mieux en mieux répartis dans le monde. Il s'agit d'une tendance lente, mais nette. Cependant, même sur la base des vastes secteurs géographiques auxquels nous faisons référence, il existe des différences marquées entre les différentes régions du monde. Certaines, comme la Chine et l'Inde, parviennent à attirer la R&D étrangère ; d'autres, comme l'Afrique,

Figure 2.6 : **Tendances en matière de projets d'IDE liés au savoir, 2003-2014**

Presque aucun projet lié à la R&D n'est destiné à l'Afrique ; la plupart vont vers la Chine et l'Inde

Part du total des projets (%)

Origine des projets d'IDE liés à la R&D	Destinataires des projets d'IDE liés à la R&D										
		Europe occidentale	Chine et Inde	Japon et Tigres asiatiques	Amérique du Nord	Amérique latine	Europe de l'Est	Moyen-Orient et Afrique du Nord	Anciens États soviétiques	Afrique	Océanie	Total
	Europe occidentale	10,6	8,3	4,3	6,0	1,8	2,4	1,1	0,8	0,5	0,5	36,2
	Chine et Inde	1,7	0,3	0,7	0,9	0,1	0,1	0,4		0,1	0,1	4,4
	Japon et Tigres asiatiques	2,0	4,6	2,5	2,0	0,1	0,2	0,1	0,3	0,0	0,2	12,1
	Amérique du Nord	13,1	14,8	6,5	1,9	2,2	1,6	1,9	0,9	0,3	0,8	44,1
	Amérique latine	0,1		0,0	–	0,0	–	–	–	–	0,0	0,2
	Europe de l'Est	0,2	0,0	0,0			0,0		0,1			0,4
	Moyen-Orient et Afrique du Nord	0,3	0,3	0,0	0,3	–	0,1	–	0,0	–	–	1,1
	Anciens États soviétiques	0,2	0,0	–	0,1	–	–	–	0,0	–	–	0,3
	Afrique	0,0	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0,0
	Océanie	0,2	0,2	0,2	0,1	–	–	–	–	–	–	0,7
	Total	28,4	28,7	14,3	11,3	4,3	4,5	3,5	2,2	0,8	1,6	

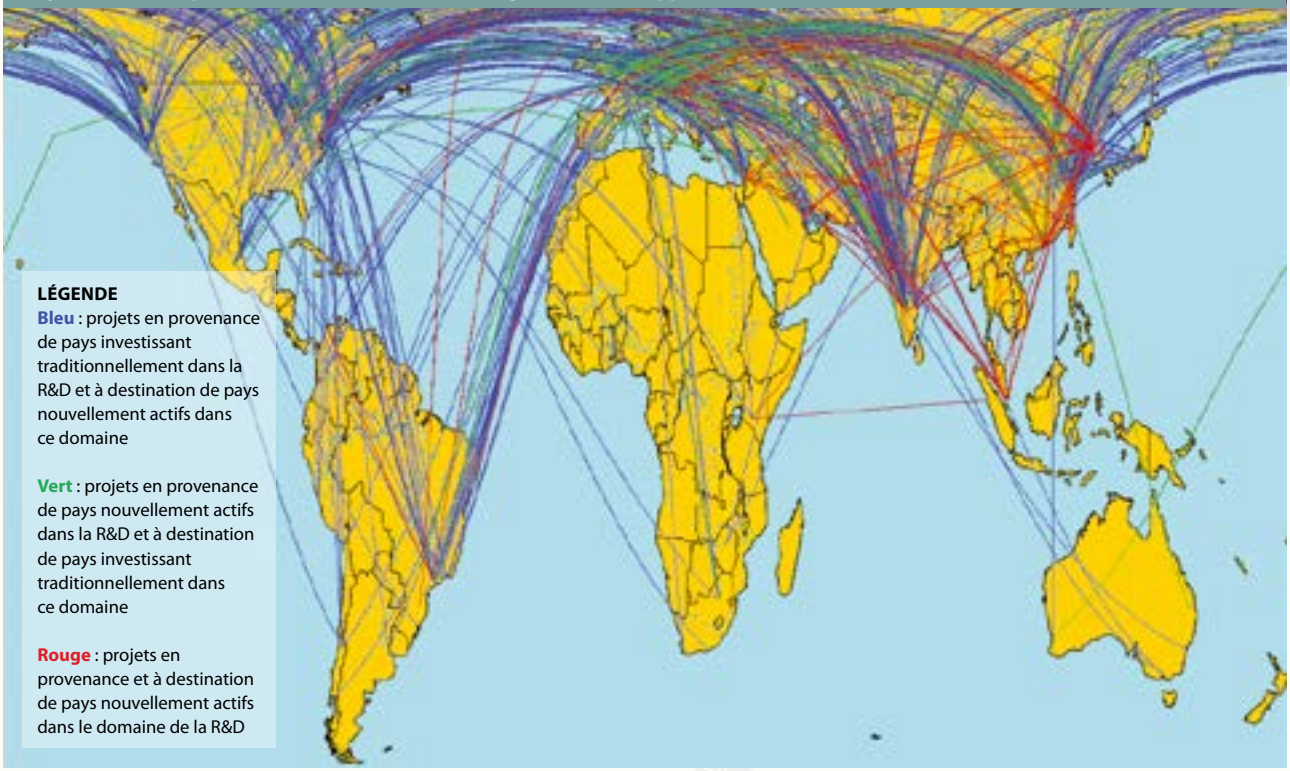
4,3 %

Part des projets liés à la R&D destinés à l'Amérique latine

28,7 %

Part des projets liés à la R&D destinés à la Chine et l'Inde

Projets de R&D en provenance et à destination de régions en développement



Source : UNU-Merit.

La Chine et l'Inde sont les principaux bénéficiaires des projets de conception, développement et mise à l'essai

Part du total des projets (%)

Origine des projets de conception, développement et mise à l'essai	Destinataires des projets de conception, développement et mise à l'essai										
		Europe occidentale	Chine et Inde	Japon et Tigres asiatiques	Amérique du Nord	Amérique latine	Europe de l'Est	Moyen-Orient et Afrique du Nord	Anciens États soviétiques	Afrique	Océanie	Total
	Europe occidentale	8,4	8,6	3,6	5,8	2,1	3,9	1,3	0,7	0,6	0,5	35,5
	Chine et Inde	1,6	0,5	0,8	1,2	0,6	0,2	0,2	0,0	0,1	0,2	5,4
	Japon et Tigres asiatiques	2,2	3,4	2,0	1,9	0,2	0,2	0,1	0,1	0,0	0,1	10,3
	Amérique du Nord	11,0	17,4	5,4	2,0	2,8	2,5	1,5	1,0	0,3	0,9	44,9
	Amérique latine	0,1	0,0	0,0	0,1	0,4	0,0	0,0		0,0	–	0,6
	Europe de l'Est	0,1	0,0	–	0,0	0,0	0,2	0,0	0,1		–	0,5
	Moyen-Orient et Afrique du Nord	0,2	0,5	0,1	0,1	0,0	0,1	0,2	0,0	–	–	1,2
	Anciens États soviétiques	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	–	0,1	–	–	0,4
	Afrique	0,1	0,1	0,0	–	0,0	0,0	–	–	–	–	0,2
	Océanie	0,1	0,1	0,1	0,1	–	–	0,0	0,0	0,0	0,1	0,6
	Total	23,8	30,6	12,1	11,3	6,1	7,2	3,4	2,1	1,1	1,8	

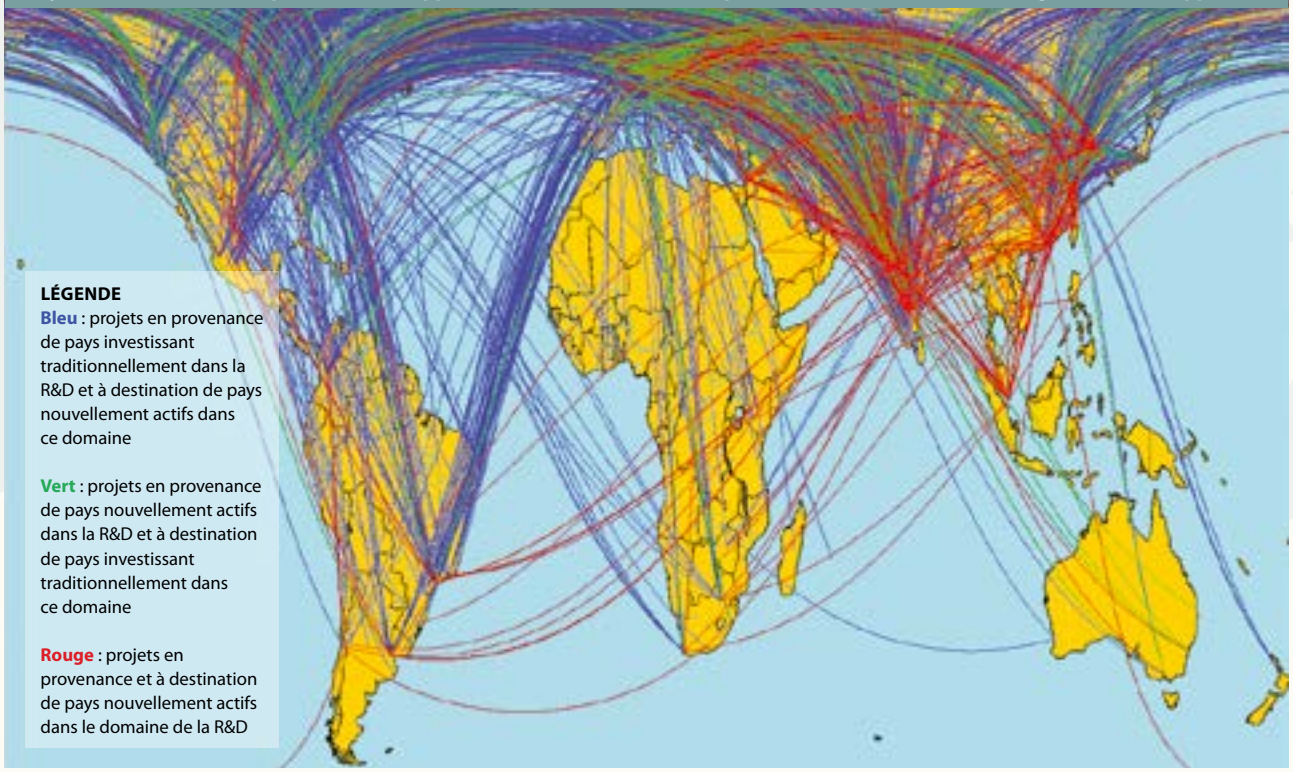
1,1 %

Part des projets de conception, développement et mise à l'essai destinés à l'Afrique

30,6 %

Part des projets de conception, développement et mise à l'essai destinés à la Chine et l'Inde

Projets d'IDE liés à la conception, au développement et à la mise à l'essai en provenance et à destination de régions en développement



Source : UNU-Merit.

Figure 2.6 *(suite)*

L'Europe occidentale, la Chine et l'Inde attirent 4 projets sur 10 liés à l'éducation

Part du total des projets (%)

Origine des projets d'IDE liés à l'éducation	Destinataires des projets d'IDE liés à l'éducation										
		Europe occidentale	Chine et Inde	Japon et Tigres asiatiques	Amérique du Nord	Amérique latine	Europe de l'Est	Moyen-Orient et Afrique du Nord	Anciens États soviétiques	Afrique	Océanie	Total
	Europe occidentale	8,6	7,6	5,2	4,3	2,2	2,4	4,0	1,8	2,2	0,9	39,2
	Chine et Inde	0,7	0,9	0,8	0,5	0,9	0,2	2,0	0,1	1,1	0,1	7,1
	Japon et Tigres asiatiques	2,3	3,0	2,0	1,5	0,6	0,7	0,7	0,2	0,5	0,3	11,8
	Amérique du Nord	7,8	9,0	4,7	0,9	2,2	1,7	4,7	1,1	1,4	0,9	34,3
	Amérique latine	0,1	0,7	0,1	–	0,1	–	–	–	0,1	–	1,1
	Europe de l'Est	0,2	–	–	0,1	–	–	–	0,1	–	–	0,3
	Moyen-Orient et Afrique du Nord	0,5	0,5	0,2	0,1	0,1	–	1,2	–	0,1	–	2,7
	Anciens États soviétiques	–	0,1	0,1	–	–	–	0,1	0,1	–	–	0,3
	Afrique	–	–	–	–	–	–	0,1	–	0,5	–	0,5
	Océanie	0,1	0,4	0,3	0,1	–	–	0,1	–	–	0,1	1,1
	Total	20,4	22,1	13,3	7,5	5,9	4,9	12,8	3,4	5,9	2,2	

5,9 %

L'Afrique et l'Amérique latine attirent la même part de projets liés à l'éducation

22,1 %

Part des projets liés à l'éducation destinés à la Chine et l'Inde

Projets d'éducation en provenance et à destination de régions en développement



Source : UNU-Merit.

L'Afrique attire plus de projets d'IDE liés à l'infrastructure de TIC qu'aux autres catégories

Part du total des projets (%)

Origine des projets de conception, développement et mise à l'essai	Destinataires des projets d'IDE liés à l'infrastructure de TIC										
	Europe occidentale	Chine et Inde	Japon et Tigres asiatiques	Amérique du Nord	Amérique latine	Europe de l'Est	Moyen-Orient et Afrique du Nord	Anciens États soviétiques	Afrique	Océanie	Total
Europe occidentale	11,2	1,3	2,7	3,2	5,8	5,5	0,9	3,0	2,0	1,1	**36,6**
Chine et Inde	0,4	0,0	0,6	0,5	0,2	–	0,1	0,2	1,1	0,1	**3,3**
Japon et Tigres asiatiques	1,3	1,7	2,0	1,0	0,3	0,2	0,3	0,1	0,4	0,8	**8,1**
Amérique du Nord	13,0	3,5	7,0	2,4	4,4	1,4	0,6	0,5	0,7	2,4	**35,8**
Amérique latine	0,6	–	–	0,1	3,4	0,2	–	–	–	–	**4,2**
Europe de l'Est	0,4	0,0	0,2	0,0	–	0,6	0,0	0,3	–	–	**1,5**
Moyen-Orient et Afrique du Nord	0,4	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	1,1	0,0	0,7	–	**2,7**
Anciens États soviétiques	0,1	–	0,2	–	0,0	0,0	–	1,2	–	–	**1,6**
Afrique	0,3	–	–		0,0	0,0	0,1		2,4		**2,8**
Océanie	0,2	0,1	0,2	0,1	0,0	–	–	–	–	0,1	**0,8**
Total	**27,8**	**6,7**	**13,0**	**7,5**	**14,3**	**7,9**	**3,2**	**5,3**	**7,2**	**4,5**	

7,2 %

Part des projets d'IDE liés à l'infrastructure de TIC destinés à l'Afrique

14,3 %

Part des projets d'IDE liés à l'infrastructure de TIC destinés à l'Amérique latine

Projets d'infrastructure en provenance et à destination de régions en développement



Source : UNU-Merit.

n'ont pas cette capacité. Même si l'on observe une convergence, celle-ci n'est donc pas complète sur le plan géographique.

Les entreprises préfèrent la R&D interne à l'externalisation

Pendant des années, les mesures de R&D ont été utilisées comme indicateurs de l'innovation, en partant du principe que la R&D entraînait automatiquement la commercialisation de produits et procédés innovants. On reconnaît aujourd'hui que le processus d'innovation englobe d'autres activités que la R&D. Le lien entre ces deux phénomènes reste néanmoins d'un grand intérêt.

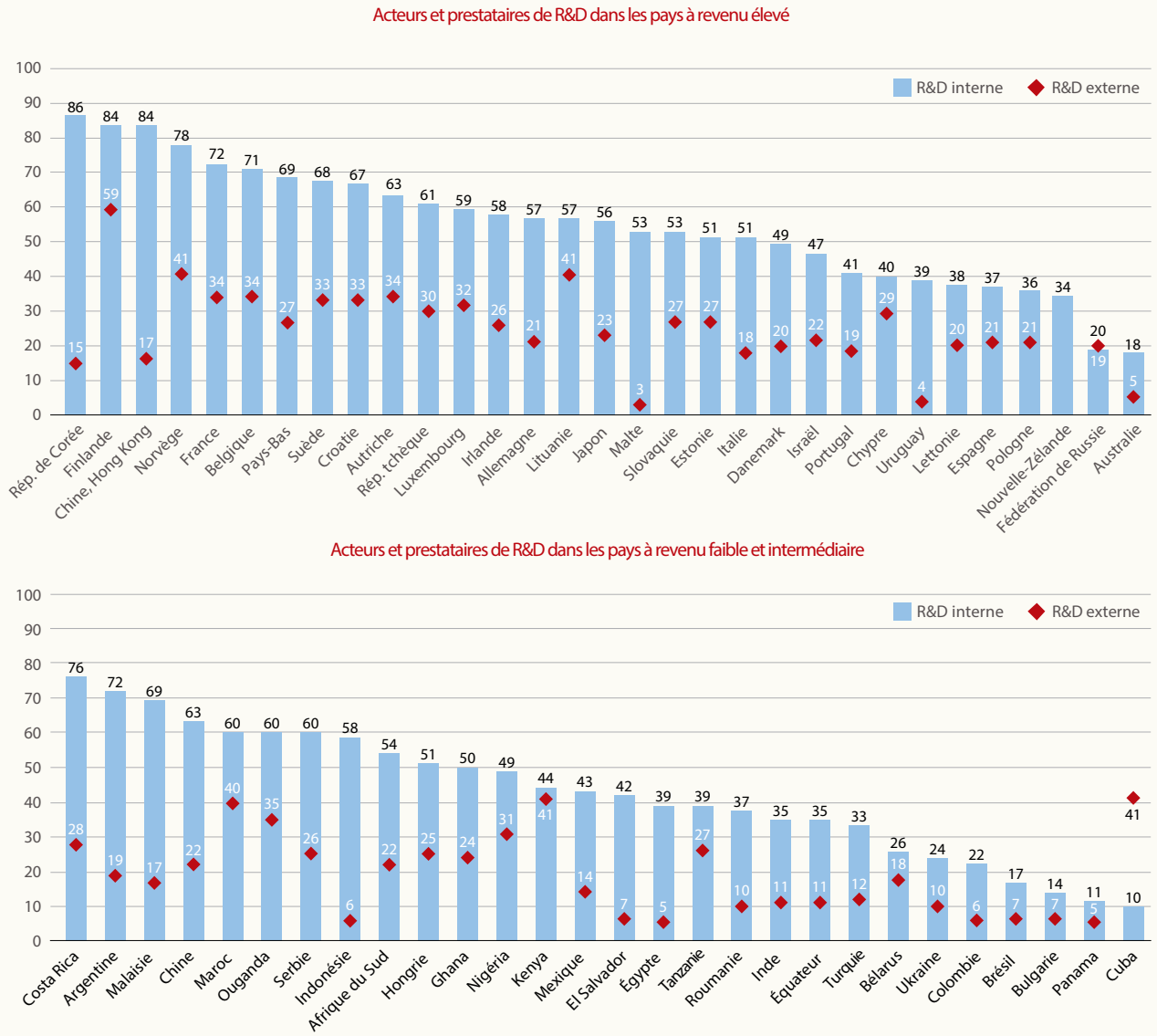
Le questionnaire harmonisé relatif à l'enquête communautaire sur l'innovation de l'UE, qui est suivie par de nombreux pays dans le monde, porte sur la R&D interne et la R&D réalisée en externe, mais également sur d'autres activités liées à l'innovation, telles que l'acquisition de machines, d'équipements, de logiciels et de connaissances externes.

D'une manière générale, les entreprises préfèrent la R&D interne à l'externalisation, à l'exception notable de Cuba (figure 2.7). En République de Corée, il existe même un écart important entre la part d'entreprises réalisant la R&D en interne (86 %) et en externe (15 %). On observe le même phénomène à Hong Kong (Chine), où la R&D interne et l'externalisation représentent respectivement 84 % et 17 %. En Chine continentale, près des deux tiers des entreprises réalisent la R&D en interne (encadré 2.2).

Dans l'ensemble, alors que plus de la moitié des entreprises réalisent la R&D en interne dans 65 % des pays à revenu élevé, ce n'est le cas que dans 40 % des pays à revenu faible et intermédiaire. Il est intéressant d'observer que toutes les entreprises pratiquant l'innovation ne font pas de la R&D, indépendamment du niveau de revenu du pays. Cela prouve que la notion d'innovation est plus large que la R&D et que les entreprises peuvent pratiquer l'innovation sans être réellement actrices de la R&D.

Figure 2.7 : **Entreprises réalisant la R&D en interne ou en externe dans les pays étudiés dans le cadre de l'enquête**

Part des entreprises ayant des activités innovantes (%)



Source : Institut de statistique de l'UNESCO, septembre 2014.

Encadré 2.2 : L'innovation dans les pays du groupe BRICS

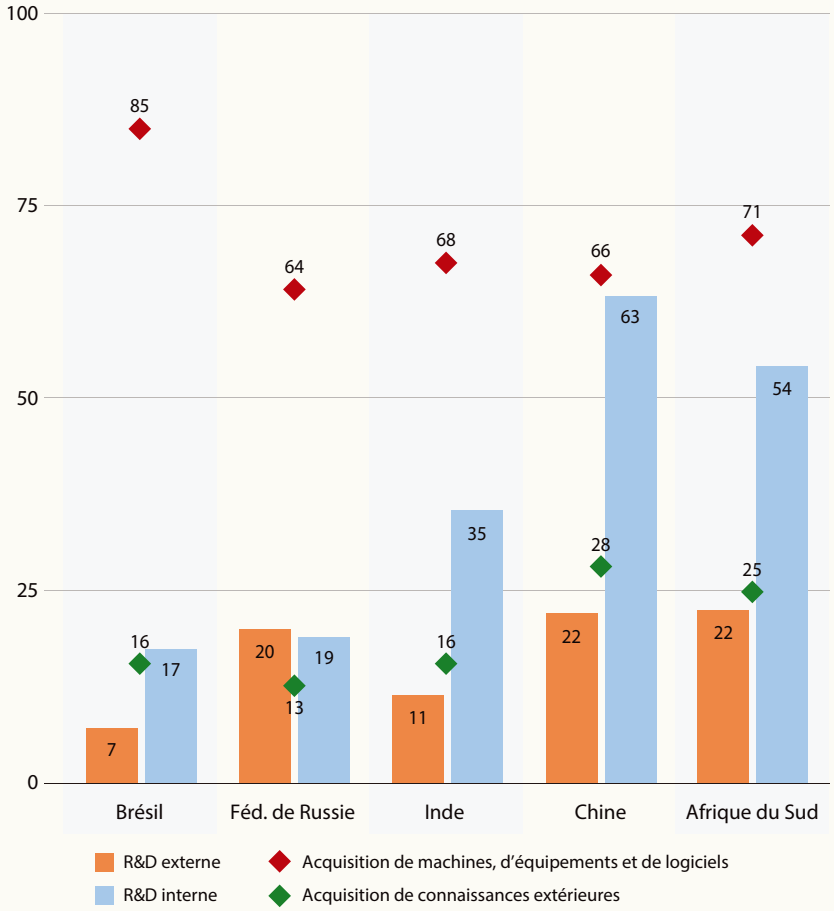
La grande majorité des entreprises basées dans des économies à revenu faible et intermédiaire font l'acquisition de machines, d'équipements et de logiciels pour s'assurer l'avantage technologique qui leur permettra d'innover. Les pays du groupe BRICS ne font pas exception à cette règle.

Parmi ces pays, la Chine est celui qui présente la proportion la plus importante d'entreprises faisant l'acquisition de connaissances extérieures. En Chine, environ 30 % des entreprises pratiquant l'innovation achètent des savoir-faire existants et protègent par des licences des inventions brevetées et non brevetées ou d'autres types de connaissances extérieures.

La Chine présente également la proportion la plus importante d'entreprises pratiquant la R&D interne (63 %). Ce chiffre est légèrement inférieur à la proportion d'entreprises achetant des machines, des équipements et des logiciels. L'écart entre ces deux activités est bien plus grand en Inde, dans la Fédération de Russie, et surtout au Brésil.

En Fédération de Russie, la part des entreprises qui externalisent la R&D est légèrement supérieure à la part de celles qui la réalisent en interne. Le Brésil a le plus faible taux d'externalisation des cinq pays du groupe BRICS, avec seulement 7 % des entreprises.

Figure 2.8 : **Types d'innovation menés par les entreprises dans les pays du groupe BRICS**
Part des entreprises manufacturières ayant des activités innovantes (%)



Source : Institut de statistique de l'UNESCO, septembre 2014.

Manque d'interaction avec les universités

Le processus d'innovation étant interactif, les entreprises ont tendance à s'appuyer sur d'autres sources de connaissances en matière d'information et de coopération. La majorité des entreprises, quel que soit le niveau de revenu du pays dans lequel elles sont implantées, jugent que les sources d'information internes sont très importantes. Il s'agit même de la source d'information prédominante dans tous les pays à revenu élevé sauf un (tableau 2.2). Ce n'est que dans la Fédération de Russie qu'une autre source d'information est jugée très importante : les clients.

Dans les autres pays du groupe BRICS, les clients et les sources internes prévalent. Respectivement 60 % et 59 % des entreprises en Chine et en Inde estiment que leurs clients sont des sources d'information très importantes. Notons également que les entreprises au Brésil et en Inde accordent tout autant d'importance à leurs fournisseurs.

Même si la majorité des entreprises basées dans des pays à revenu faible et intermédiaire estiment également que les sources d'information internes sont très importantes, les clients arrivent en tête dans un plus grand nombre de pays de cette catégorie. De plus, 53 % des entreprises pratiquant l'innovation en Argentine jugent que les fournisseurs sont très importants, ce qui en fait la source d'information la plus importante du pays.

Cuba est le seul pays dans lequel près d'un quart des entreprises estiment que les pouvoirs publics ou les instituts de recherche publics sont des sources d'information très importantes. Dans l'ensemble, la plupart des entreprises ne considèrent pas les sources institutionnelles (y compris les établissements d'enseignement supérieur) comme des sources d'information très importantes.

Il en va de même pour les partenariats. Très peu d'entreprises interagissent avec les institutions publiques telles que les universités ou les instituts de recherche publics (tableau 2.3). La faible proportion d'entreprises coopérant avec les universités est problématique, dans la mesure où ces dernières contribuent au développement et à la diffusion des connaissances et des technologies, et fournissent des diplômés aux entreprises (figure 2.9).

Tableau 2.2 : **Sources d'information les plus importantes pour les entreprises**

Part des entreprises manufacturières ayant des activités innovantes (%)

	SOURCE D'INFORMATION									
	Interne	Liée au marché				Institutionnelle		Autre		
	Au sein de l'entreprise ou du groupe	Fournisseurs d'équipements, de matériaux, de composants ou de logiciels	Clients	Concurrents ou autres entreprises du secteur	Consultants, laboratoires commerciaux ou instituts de R&D privés	Universités ou autres établissements d'enseignement supérieur	Pouvoirs publics ou instituts de recherche publics	Conférences, salons ou foires	Revues scientifiques ou publications spécialisées/techniques	Associations professionnelles ou sectorielles
Pays à revenu élevé										
Australie	72,9	28,6	42,1	21,0	13,7	1,2	2,9	10,0	23,0	16,3
Belgique	55,1	26,7	28,7	8,4	4,7	5,2	1,6	11,7	6,7	3,1
Chypre	92,8	71,9	63,4	48,1	41,3	6,0	5,5	63,0	31,5	20,4
Croatie	44,0	27,7	33,2	14,5	5,3	2,7	0,5	14,1	8,2	2,4
Espagne	45,5	24,2	20,9	10,4	8,7	5,0	7,7	8,7	4,7	3,9
Estonie	30,1	29,4	18,8	9,3	5,8	4,2	1,1	12,7	2,0	1,3
Féd. de Russie	32,9	14,1	34,9	11,3	1,7	1,9	–	7,4	12,0	4,1
Finlande	63,4	17,3	41,1	11,7	3,6	4,5	2,8	8,8	3,4	2,5
France	51,2	19,9	27,8	9,4	6,2	3,4	3,1	10,8	7,9	5,5
Israël	79,3	17,6	19,1	7,9	7,5	3,7	2,2	13,7	6,7	2,1
Italie	35,5	18,8	17,6	4,5	15,1	3,7	1,0	9,7	3,7	4,4
Japon	33,7	20,7	30,5	7,5	6,2	5,1	4,8	4,6	2,0	2,9
Lettonie	44,4	23,3	23,9	16,5	7,8	3,4	1,6	20,2	7,1	3,4
Lituanie	37,5	15,6	18,9	12,2	4,1	2,9	3,8	13,1	2,2	0,5
Luxembourg	68,3	36,5	46,1	24,6	12,6	7,8	3,6	38,3	24,0	18,6
Malte	46,0	39,0	38,0	21,0	10,0	4,0	2,0	13,0	2,0	3,0
Norvège	79,1	50,4	78,3	30,0	9,4	7,2	10,5	10,5	16,0	30,4
Nouvelle-Zélande	86,4	51,0	76,3	43,1	43,4	10,2	16,0	45,9	48,3	21,4
Pologne	48,2	20,2	19,2	10,1	5,2	5,8	7,3	14,8	10,3	4,8
Portugal	33,9	18,5	30,3	10,2	5,9	3,2	2,2	13,9	6,0	4,3
Rép. de Corée	47,4	16,1	27,7	11,3	3,4	3,9	6,1	6,7	5,2	4,9
Rép. tchèque	42,7	21,8	36,8	18,5	3,9	4,3	2,3	13,3	3,8	1,9
Slovaquie	50,5	27,2	41,6	18,1	2,8	2,5	0,6	12,4	13,6	1,4
Uruguay	52,9	24,2	40,3	21,2	13,6	5,8	–	27,1	18,0	–
Pays à revenu faible et intermédiaire										
Afrique du Sud	44,0	17,9	41,8	11,6	6,9	3,1	2,3	12,9	16,7	8,4
Argentine	26,4	52,7	36,3	16,4	28,5	40,0	42,4	–	–	–
Brésil	41,3	41,9	43,1	23,8	10,2	7,0	–	–	–	–
Bulgarie	28,6	22,4	26,1	13,6	5,5	–	–	13,6	9,4	5,1
Chine	49,5	21,6	59,7	29,6	17,1	8,9	24,7	26,7	12,0	14,8
Colombie	97,6	42,5	52,6	32,1	28,4	16,2	8,0	43,7	47,3	24,5
Cuba	13,6	–	11,5	5,1	–	19,6	24,7	–	–	–
Égypte	75,9	32,1	16 1	17,0	2,7	1,8	0,9	22,3	13,4	4,5
El Salvador	–	26,4	40,3	5,4	15,2	3,8	1,8	13,9	10,3	–
Équateur	67,0	34,9	59,0	27,1	10,7	2,0	2,2	22,2	42,5	6,3
Hongrie	50,5	26,4	37,4	21,3	13,0	9,9	3,3	16,6	9,6	7,7
Inde	58,5	43,3	59,0	32,6	16,8	7,9	11,0	29,7	15,1	24,5
Indonésie	0,4	1,3	1,8	1,3	0,9	0,4	0,4	0,9	0,9	0,9
Kenya	95,7	88,2	90,3	80,6	52,7	37,6	39,8	71,0	64,5	72,0
Malaisie	42,4	34,5	39,0	27,9	15,0	9,5	16,7	28,1	21,7	23,6
Maroc	–	51,3	56,4	15,4	17,9	6,4	12,8	43,6	34,6	25,6
Mexique	92,2	43,6	71,9	44,0	19,0	26,4	23,6	36,9	24,5	–
Nigéria	51,7	39,3	51,7	30,0	14,6	6,8	4,1	11,5	7,1	20,2
Ouganda	60,9	24,8	49,0	23,0	12,2	3,2	5,0	16,4	8,3	11,3
Panama	43,6	10,9	15,2	6,6	5,2	2,4	2,4	5,2	0,5	1,9
Philippines	70,7	49,5	66,2	37,9	21,2	10,1	7,1	21,7	16,7	15,7
Roumanie	42,1	31,8	33,5	20,5	5,2	3,3	2,0	14,3	10,2	3,5
Serbie	36,2	18,3	27,3	10,5	7,8	5,3	2,6	14,8	10,3	5,7
Tanzanie	61,9	32,1	66,7	27,4	16,7	7,1	11,9	16,7	9,5	20,2
Turquie	32,6	29,1	33,9	18,0	5,2	3,7	2,8	19,7	9,4	6,9
Ukraine	28,6	22,4	21,9	11,0	4,7	1,9	4,6	14,7	9,1	4,0

Source : Institut de statistique de l'UNESCO, septembre 2014.

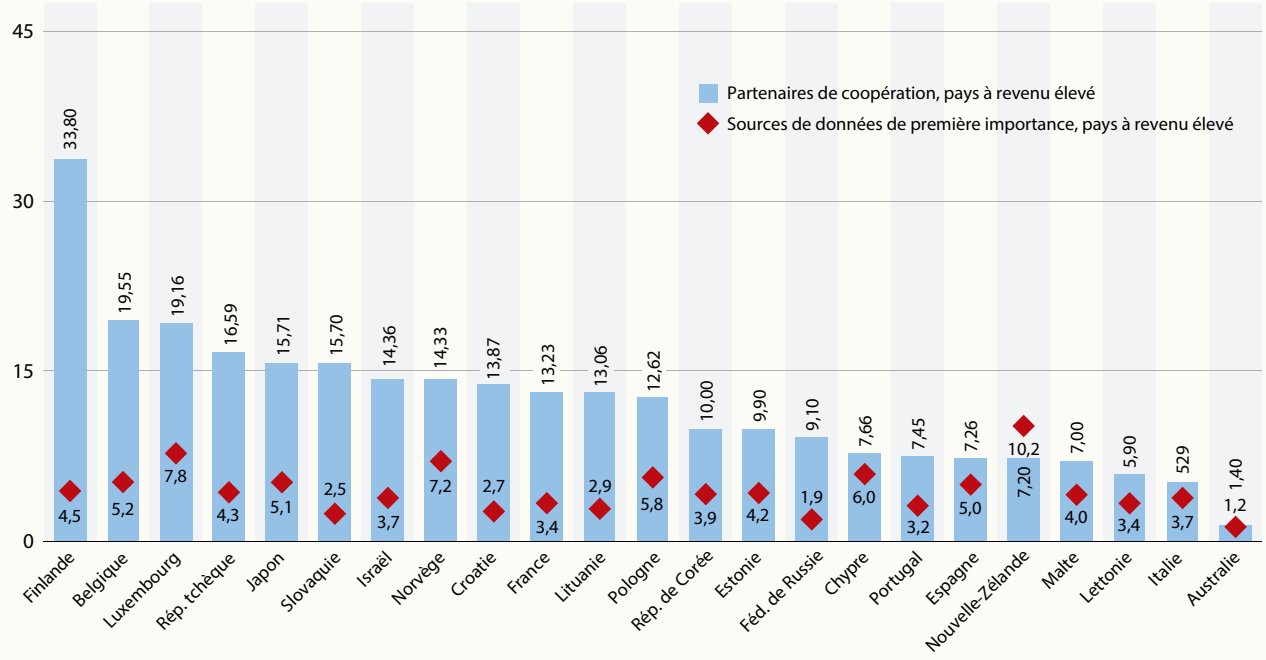
Tableau 2.3 : **Partenaires avec lesquels les entreprises coopèrent en matière d'innovation**

Part des entreprises manufacturières ayant des activités innovantes (%)

	COOPÉRATION						
	Autres entreprises du groupe	Fournisseurs d'équipements, de matériaux, de composants ou de logiciels	Clients	Concurrents ou autres entreprises du secteur	Consultants, laboratoires commerciaux ou instituts de R&D privés	Universités ou autres établissements d'enseignement supérieur	Pouvoirs publics ou instituts de recherche publics
Pays à revenu élevé							
Australie	21,4	49,4	41,6	21,4	36,2	1,4	5,6
Allemagne	8,6	14,2	13,5	3,0	8,7	17,1	8,1
Autriche	21,2	30,2	22,8	8,0	20,2	24,7	11,6
Belgique	17,7	32,4	19,2	9,3	16,5	19,6	10,8
Chypre	8,1	51,9	45,5	37,0	34,0	7,7	9,4
Croatie	8,6	26,1	21,6	13,9	12,3	13,9	9,1
Danemark	16,8	28,9	25,1	9,1	17,2	14,5	10,5
Espagne	5,5	10,4	6,7	3,5	6,3	7,3	9,7
Estonie	20,3	23,6	23,1	10,5	11,3	9,9	2,5
Féd. de Russie	12,6	16,7	10,9	3,9	5,1	9,1	15,6
Finlande	23,6	38,1	41,6	33,2	34,2	33,8	24,8
France	16,1	23,6	20,2	9,8	14,3	13,2	10,8
Irlande	15,4	19,6	17,0	4,1	15,1	13,0	10,0
Islande	6,2	9,5	23,7	3,8	1,9	10,4	15,6
Israël	–	28,8	40,1	15,4	20,3	14,4	10,1
Italie	2,2	6,7	5,1	2,7	6,6	5,3	2,2
Japon	–	31,7	31,5	19,9	16,9	15,7	14,4
Lettonie	14,0	20,8	19,6	14,0	10,6	5,9	1,9
Lituanie	17,7	31,3	24,2	11,3	14,8	13,1	8,6
Luxembourg	22,8	31,7	29,9	19,2	22,8	19,2	22,8
Malte	13,0	12,0	8,0	4,0	7,0	7,0	3,0
Norvège	16,8	22,1	22,0	7,6	19,4	14,3	18,1
Nouvelle-Zélande	–	18,2	18,7	16,6	–	7,2	5,9
Pays-Bas	14,5	26,3	14,7	7,7	13,7	11,0	7,8
Pologne	11,2	22,7	15,2	7,7	10,1	12,6	9,0
Portugal	5,1	13,0	12,2	4,7	8,3	7,5	4,8
Rép. de Corée	–	11,5	12,8	8,1	6,3	10,0	12,8
Rép. tchèque	14,5	25,6	21,1	10,0	14,0	16,6	6,6
Royaume-Uni	6,2	9,4	11,0	3,8	4,5	4,7	2,5
Slovaquie	18,6	31,5	27,8	20,8	16,1	15,7	10,8
Suède	33,3	35,9	30,7	14,2	29,7	18,3	8,8
Pays à revenu faible et intermédiaire							
Afrique du Sud	14,2	30,3	31,8	18,6	21,1	16,2	16,2
Argentine	–	12,9	7,6	3,5	9,3	14,5	16,1
Brésil	–	10,0	12,8	5,2	6,2	6,3	–
Bulgarie	3,9	13,6	11,2	6,4	5,8	5,7	3,0
Colombie	–	29,4	21,0	4,1	15,5	11,2	5,3
Costa Rica	–	63,9	61,1	16,5	49,6	35,3	8,1
Cuba	–	15,3	28,5	22,1	–	14,9	26,4
Égypte	–	3,6	7,1	0,9	7,1	1,8	0,9
El Salvador	–	36,9	42,1	1,3	15,3	5,5	3,4
Équateur	–	62,4	70,2	24,1	22,1	5,7	3,0
Hongrie	15,5	26,9	21,1	16,4	20,1	23,1	9,9
Indonésie	–	25,7	15,9	8,0	10,2	8,4	4,9
Kenya	–	53,8	68,8	54,8	51,6	46,2	40,9
Malaisie	–	32,9	28,8	21,2	25,5	20,7	17,4
Maroc	–	25,6	–	–	19,2	3,8	–
Mexique	–	–	–	9,7	–	7,0	6,1
Panama	–	64,5	0,5	18,5	3,8	1,4	7,6
Philippines	91,2	92,6	94,1	67,6	64,7	47,1	50,0
Roumanie	2,8	11,7	10,6	6,2	5,9	7,2	3,1
Serbie	16,6	19,4	18,3	13,0	12,4	12,5	9,8
Turquie	10,4	11,6	10,7	7,4	7,9	6,4	6,6
Ukraine	–	16,5	11,5	5,3	5,7	4,2	6,6

Source : Institut de statistique de l'UNESCO, septembre 2014.

Figure 2.9 : **Liens des entreprises avec les universités et autres établissements d'enseignement supérieur**
Part des entreprises manufacturières ayant des activités innovantes (%)



TENDANCES EN MATIÈRE DE MOBILITÉ SCIENTIFIQUE

La diaspora peut stimuler l'innovation au niveau national et à l'étranger

Même si les nouvelles technologies comme Internet ont ouvert de nouvelles possibilités de mobilité virtuelle, les déplacements physiques restent indispensables au renforcement mutuel des idées et à la diffusion des découvertes scientifiques dans le temps et l'espace. La présente section examine les tendances récentes en matière de mobilité scientifique internationale, à savoir les mouvements transfrontaliers de personnes participant à la formation à la recherche ou à des travaux de recherche. Pour les besoins de cette analyse, nous nous appuierons sur les études menées conjointement par l'Institut de statistique de l'UNESCO, l'OCDE et Eurostat sur la mobilité internationale des étudiants et sur la carrière des titulaires de doctorat.

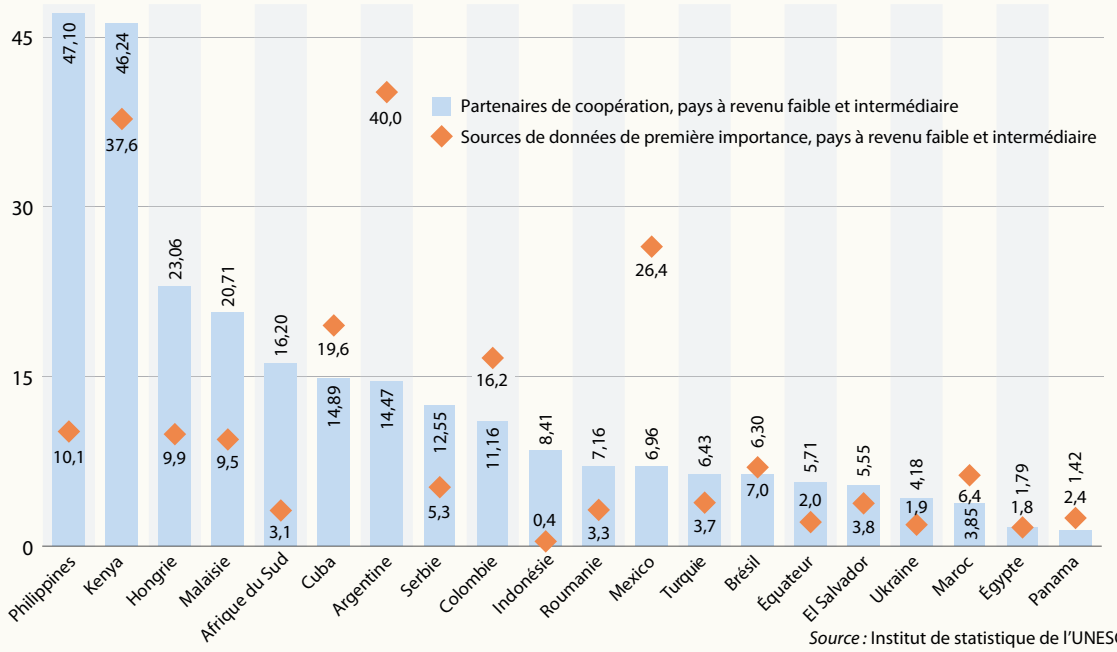
De nombreuses données prouvent que les réseaux de connaissance de la diaspora peuvent transformer l'environnement local et international en matière d'innovation. Dès les années 1960 et 1970, des actions ont été menées pour convaincre les expatriés coréens et taïwanais de quitter la Silicon Valley en Californie afin de créer des parcs scientifiques dans leurs pays d'origine (Agunias et Newland, 2012). Par ailleurs, un réseau colombien de scientifiques et d'ingénieurs expatriés a été créé en 1991 pour rétablir le lien entre ces professionnels et leur pays d'origine (Meyer et Wattiaux, 2006).

Citons également le rôle de la diaspora indienne dans le développement du secteur informatique en Inde, qui représentait près de 7,5 % du PIB du pays en 2012. Satya Nadella est sans doute l'expatrié indien le plus célèbre dans le secteur informatique. Après avoir rejoint Microsoft en 1992, cet ingénieur de formation a été nommé président-directeur général de la multinationale en 2014. Dans les années 1990, de nombreux Indiens travaillant dans le secteur informatique aux États-Unis ont commencé à collaborer avec leurs homologues en Inde et à sous-traiter leurs activités. Une enquête de 2012 montre que des Indiens expatriés figurent parmi les fondateurs, cofondateurs, présidents-directeurs généraux ou directeurs généraux de 12 des 20 premières entreprises d'informatique du pays (Pande, 2014). En 2009, le gouvernement indien a créé le Réseau indien de la connaissance afin de faciliter le partage de connaissances entre la diaspora et l'Inde dans les domaines des affaires, de l'informatique et de l'éducation (Pande, 2014).

Entre 2006 et 2015, le gouvernement néerlandais a mis en œuvre un programme de retour temporaire de ressortissants qualifiés afin de favoriser le renforcement des capacités technologiques et le transfert de connaissances dans différents pays sortant d'un conflit. Le retour volontaire de ressortissants expatriés hautement qualifiés en Afghanistan pour une période maximale de six mois en vue de participer à la reconstruction du pays a déjà suscité une évolution technologique et des innovations dans les domaines de l'éducation, de l'ingénierie et de la santé (Siegel et Kuschminder, 2012). Dans d'autres pays, les rapatriés temporaires ont notamment contribué à l'émergence de nouvelles technologies, à la révision des programmes universitaires et à la formation des instructeurs locaux. Pour que ces projets réussissent, les participants doivent notamment connaître la langue et la culture locales.

La mobilité scientifique favorise la collaboration internationale en matière de recherche

Lorsque Woolley *et al.* (2008) ont enquêté sur les scientifiques de six pays d'Asie-Pacifique, ils ont montré que ceux qui avaient obtenu un diplôme de recherche et qui avaient été



Source : Institut de statistique de l'UNESCO, septembre 2014.

formés à l'étranger participaient activement à la collaboration internationale en matière de recherche. Jöns (2009) a découvert que la collaboration entre les universitaires invités et leurs collègues allemands se poursuivait après la fin de leur séjour. Dans le même temps, Jonkers et Tijssen (2008) ont montré que l'augmentation du nombre de copublications internationales en Chine était liée à la forte présence de la diaspora scientifique chinoise dans différents pays d'accueil. Ils ont également montré que les rapatriés chinois avaient à leur actif un nombre impressionnant de copublications internationales.

La coopération scientifique internationale est naturellement indispensable pour traiter des questions scientifiques mondiales telles que le changement climatique, l'approvisionnement en eau ou la sécurité alimentaire et énergétique, ainsi que pour intégrer les acteurs locaux et régionaux dans la communauté scientifique mondiale. Elle a en outre été largement utilisée pour aider les universités à améliorer la qualité et la quantité de leurs résultats de recherche. Halevi et Moed (2014) indiquent que les pays en phase de *développement* de leurs capacités commencent par élaborer des projets en collaboration avec des équipes de recherche étrangères, en particulier celles basées dans des pays scientifiquement avancés. Ces projets sont souvent financés par des organismes étrangers ou internationaux spécialisés dans des domaines spécifiques. Cette tendance est manifeste dans des pays comme le Pakistan et le Cambodge, où la grande majorité des articles scientifiques sont coécrits par des auteurs internationaux (voir figures 21.8 et 27.8). Par la suite, lorsque les capacités de recherche des pays augmentent, ils passent en phase de *consolidation* et d'*expansion*. Les pays atteignent finalement la phase d'*internationalisation* : leurs instituts de recherche deviennent des partenaires à part entière et jouent de plus en plus un rôle moteur dans la coopération scientifique internationale, comme ce fut le cas au Japon et à Singapour (voir chapitres 24 et 27).

La concurrence en matière de recrutement des travailleurs qualifiés risque de s'intensifier

Certains pays n'hésitent pas à promouvoir la mobilité scientifique dans le but de renforcer les capacités de recherche ou d'entretenir un environnement innovant. Dans les années à venir, la concurrence en matière de recrutement des travailleurs qualifiés du monde entier risque fort de s'intensifier. Cela dépendra en partie des niveaux d'investissement dans la science et la technologie dans le monde et des tendances démographiques, telles que les faibles taux de natalité ou le vieillissement de la population dans certains pays (de Wit, 2008). Certains pays appliquent déjà des politiques plus ambitieuses visant à attirer et retenir les migrants hautement qualifiés et les étudiants internationaux afin de créer un environnement innovant ou d'entretenir une telle dynamique (Université Cornell *et al.*, 2014).

Le Brésil et la Chine font partie des pays manifestant un regain d'intérêt politique pour la promotion de la mobilité. En 2011, le gouvernement brésilien a lancé le programme Sciences sans frontières visant à consolider et à développer le système d'innovation national grâce à des échanges internationaux. Au cours des trois années qui ont suivi, le gouvernement a accordé 100 000 bourses à des étudiants et à des chercheurs brésiliens prometteurs pour qu'ils puissent étudier la science, la technologie, l'ingénierie et les mathématiques dans les meilleures universités du monde. Tout en favorisant la mobilité vers l'étranger, le programme Sciences sans frontières propose des subventions à des chercheurs étrangers hautement qualifiés afin qu'ils travaillent avec des chercheurs locaux sur des projets communs (voir encadré 8.3).

La Chine, pays comptant le plus grand nombre d'étudiants installés à l'étranger, a dû modifier sa politique en matière de mobilité scientifique. Pendant de nombreuses années, le

gouvernement chinois s'est inquiété de la fuite des cerveaux. En 1992, il a commencé à encourager les étudiants vivant à l'étranger à revenir en Chine continentale pour de courtes visites (voir encadré 23.2). En 2001, il a adopté une politique plus libérale invitant la diaspora à contribuer à la modernisation du pays sans avoir l'obligation de revenir en Chine (Zweig *et al.*, 2008). Au cours des 10 dernières années, la volonté du gouvernement d'accroître le nombre d'universités de niveau mondial a entraîné une augmentation du nombre de bourses gouvernementales pour étudier à l'étranger, qui est passé de moins de 3 000 en 2003 à plus de 13 000 en 2010 (British Council et DAAD, 2014).

En Europe et en Asie, des programmes régionaux encouragent la mobilité

Il existe également des politiques régionales en faveur de la mobilité scientifique. Créé en 2000, l'Espace européen de la recherche illustre cette approche. Afin d'améliorer la compétitivité des instituts de recherche européens, la Commission européenne a lancé une série de programmes visant à faciliter la mobilité internationale des chercheurs et à renforcer la coopération multilatérale en matière de recherche au sein de l'UE. Le programme des actions Marie Skłodowska-Curie de l'UE propose ainsi aux chercheurs des subventions visant à promouvoir la mobilité transnationale, intersectorielle et interdisciplinaire.

L'UE mène une autre initiative en faveur de la mobilité transfrontalière en demandant aux instituts bénéficiant de fonds publics de publier leurs offres d'emploi à l'international afin d'offrir aux chercheurs un marché du travail ouvert. De plus, la procédure de « visa scientifique » simplifie les démarches administratives pour les chercheurs originaires de pays non membres de l'UE. Environ 31 % des chercheurs postdoctoraux de l'UE ont travaillé à l'étranger pendant plus de trois mois au moins une fois au cours des 10 dernières années (UE, 2014).

Une initiative similaire voit le jour en Asie avec le *Plan d'action sur la science, la technologie et l'innovation 2016-2020* (APASTI) adopté par l'Association des nations de l'Asie du Sud-Est (ANASE). L'APASTI a pour objectif de renforcer les capacités scientifiques dans les États membres en favorisant les échanges entre les chercheurs de la région et au-delà (voir chapitre 27).

Le nombre de doctorants internationaux en science et en ingénierie augmente

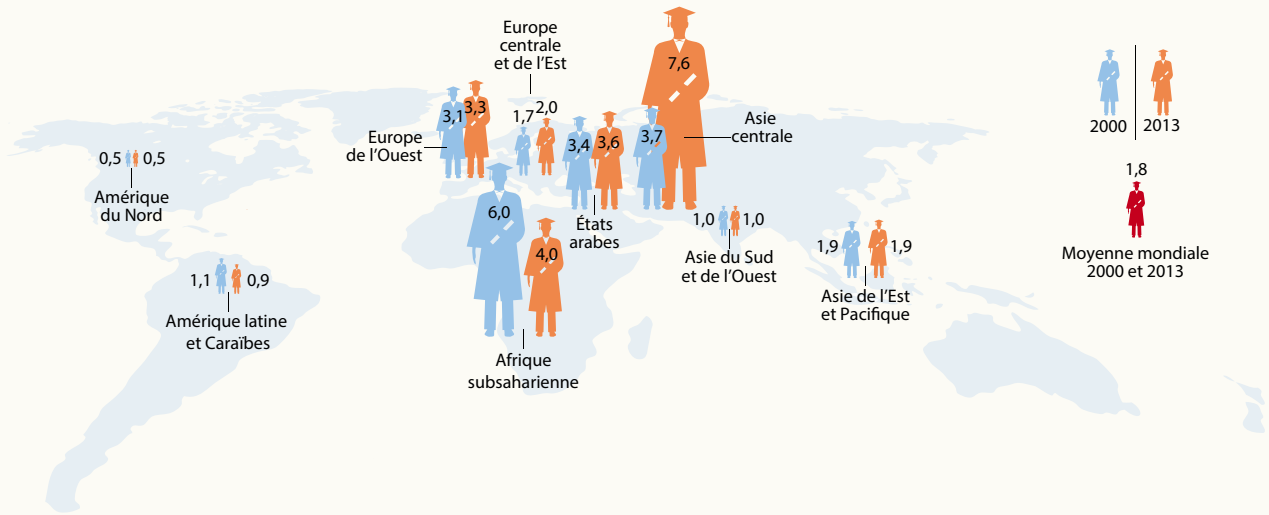
Dans cette section, nous allons analyser les tendances en matière de migration transfrontalière des étudiants inscrits à l'université et des titulaires de doctorat. Ces 20 dernières années, le nombre d'étudiants poursuivant leurs études supérieures à l'étranger a plus que doublé, passant de 1,7 million en 1995 à 4,1 millions en 2013. Les étudiants originaires d'Afrique subsaharienne, d'Asie centrale, des États arabes et d'Europe occidentale sont plus susceptibles d'étudier à l'étranger que ceux originaires d'autres régions (figure 2.10).

Les données utilisées dans l'analyse ci-dessous sont issues de la base de données de l'Institut de statistique de l'UNESCO. Elles résultent de collectes de données menées conjointement avec l'OCDE et Eurostat, chaque année pour les étudiants et tous les trois ans pour les titulaires de doctorat. Les étudiants qui participent à des programmes d'échange à court terme sont exclus. En 2014, plus de 150 pays représentant 96 % de la population mondiale d'étudiants ont communiqué des données sur les étudiants internationaux. En outre, 25 pays (principalement de l'OCDE) ont communiqué des données sur les titulaires de doctorat pour l'année 2008 ou 2009.

On observe quatre tendances distinctes en matière de mobilité des doctorants internationaux et parmi les étudiants en science et en ingénierie. Premièrement, ces deux grands domaines d'étude sont les plus prisés par les doctorants internationaux :

Figure 2.10 : **Taux de mobilité vers l'étranger parmi les doctorants, 2000 et 2013**

Par région d'origine (%)

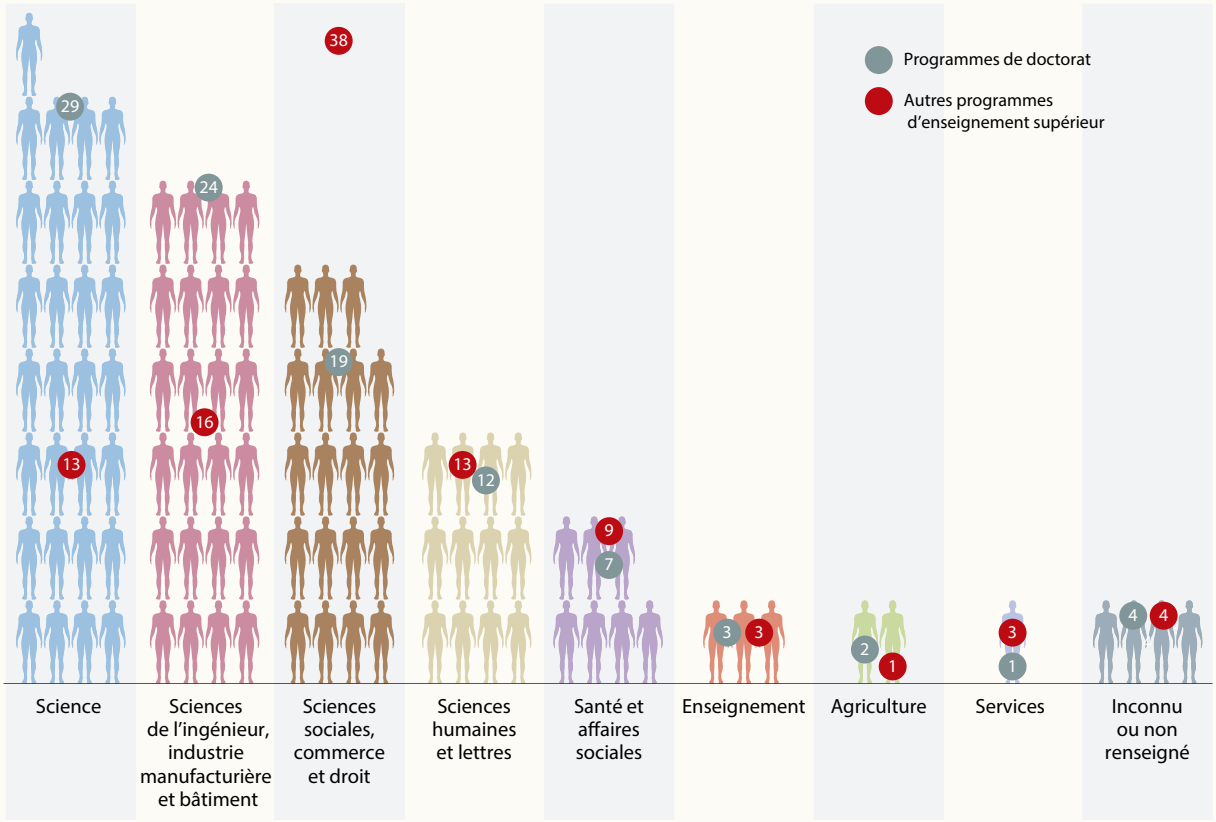


Remarque : Le taux de mobilité vers l'étranger correspond au nombre d'étudiants originaires d'un pays (ou d'une région) donné(e) inscrits dans des programmes d'enseignement supérieur à l'étranger, exprimé en pourcentage des effectifs totaux inscrits dans l'enseignement supérieur dans ce pays (ou cette région).

Source : Institut de statistique de l'UNESCO, juin 2015.

Figure 2.11 : **Répartition des étudiants internationaux, 2012**

Par type de programme et domaine d'étude (%)



Remarque : Les données concernent 3,1 millions d'étudiants internationaux inscrits dans 44 pays (principalement de l'OCDE et/ou de l'UE).

Source : Institut de statistique de l'UNESCO, octobre 2014.

sur un total de 359 000 doctorants internationaux en 2012, 29 % étudiaient la science et 24 % étudiaient l'ingénierie, les industries de transformation et la production (figure 2.11). À titre de comparaison, dans les programmes autres que de doctorat, les étudiants internationaux en science et en ingénierie arrivent en deuxième et en troisième position, après les sciences sociales, le commerce et le droit. Parmi ces étudiants, une proportion relativement importante vient de pays ayant une capacité technologique de niveau intermédiaire comme l'Arabie saoudite, le Brésil, la Malaisie, la Thaïlande et la Turquie (Chien, 2013).

Le profil des doctorants internationaux a nettement évolué, puisqu'ils ne plébiscitent plus les sciences sociales et le commerce, mais la science et l'ingénierie. Entre 2005 et 2012, le nombre d'inscriptions de doctorants internationaux en science et en ingénierie a augmenté de 130 %, contre 120 % pour les autres domaines.

La deuxième tendance qui se dégage est la concentration des doctorants internationaux dans un plus petit nombre de pays d'accueil que les autres étudiants. Les États-Unis (40,1 %), le Royaume-Uni (10,8 %) et la France (8,3 %) accueillent l'essentiel des doctorants internationaux. Les États-Unis accueillent près de la moitié des doctorants en science et en ingénierie (figure 2.12).

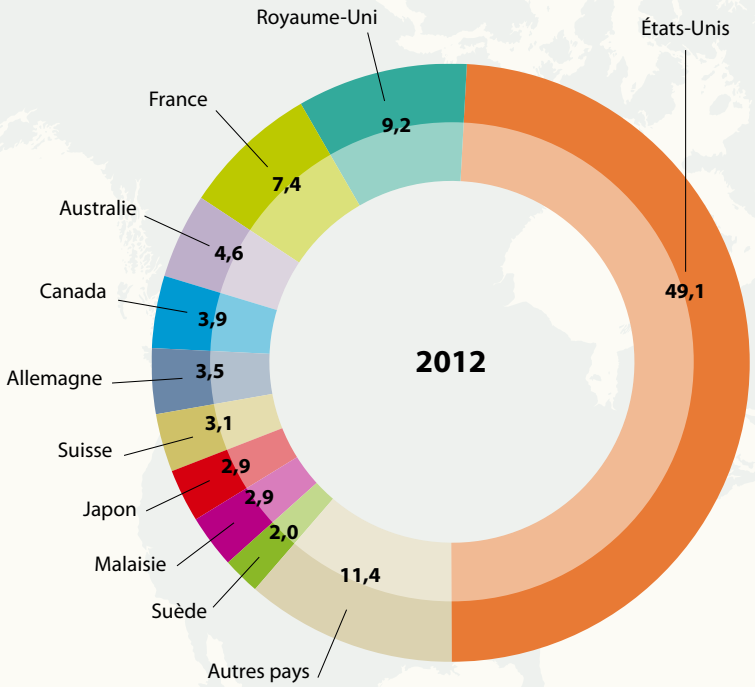
Il existe d'importantes variations du taux de mobilité des doctorants vers les pays d'accueil : 3 étudiants sur 10 viennent de l'étranger aux États-Unis, contre plus de 4 sur 10 au Royaume-Uni et en France (figure 2.12). Ce taux est encore plus élevé au Liechtenstein, au Luxembourg et en Suisse, où plus de la moitié des doctorants viennent de l'étranger.

Troisièmement, la proportion d'étudiants préparant leur doctorat à l'étranger varie grandement d'un pays à l'autre. Le taux d'étudiants originaires d'un pays donné inscrits dans des programmes de doctorat à l'étranger (ou taux de mobilité vers l'étranger) varie de 1,7 % aux États-Unis à 109,3 % en Arabie saoudite (figure 2.12). L'Arabie saoudite a donc plus de doctorants inscrits à l'étranger que sur le territoire national. Ce taux de mobilité vers l'étranger relativement élevé est en adéquation avec le fait que le gouvernement saoudien finance depuis longtemps les études universitaires à l'étranger de ses ressortissants. Le Viet Nam présentait le deuxième taux le plus élevé (78,1 %) en 2012, avec environ 4 900 doctorants inscrits à l'étranger et 6 200 inscrits sur le territoire national. Ce taux élevé résulte de la politique menée par le gouvernent vietnamien, qui finance les études de doctorat à l'étranger de ses ressortissants afin que 20 000 titulaires de doctorat viennent grossir les rangs du personnel enseignant des universités du pays d'ici 2020 et améliorent ainsi son système d'enseignement supérieur (British Council et DAAD, 2014).

Figure 2.12 : **Destinations préférées des doctorants internationaux, 2012**

Les États-Unis accueillent à eux seuls près de la moitié des doctorants internationaux en science et en ingénierie

Répartition des doctorants internationaux en science et en ingénierie par pays d'accueil, 2012 (%)



49,1 %

Part des doctorants internationaux en science et en ingénierie aux États-Unis

9,2 %

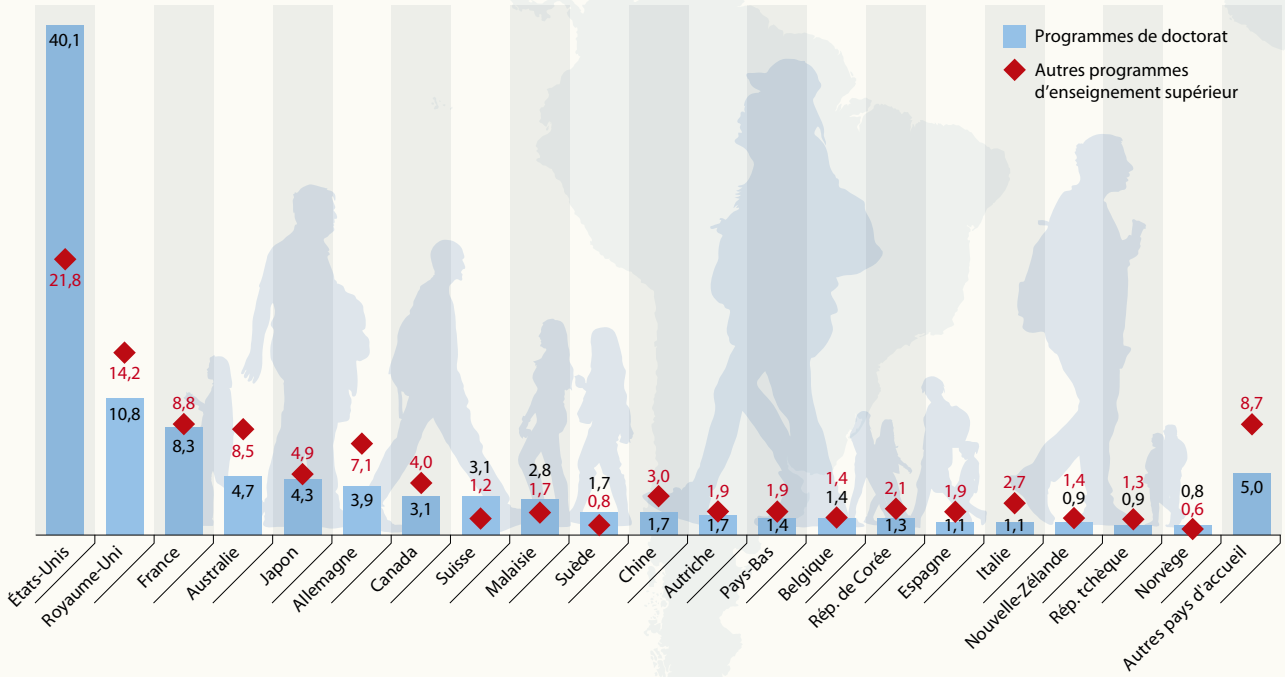
Part des doctorants internationaux en science et en ingénierie au Royaume-Uni

7,4 %

Part des doctorants internationaux en science et en ingénierie en France

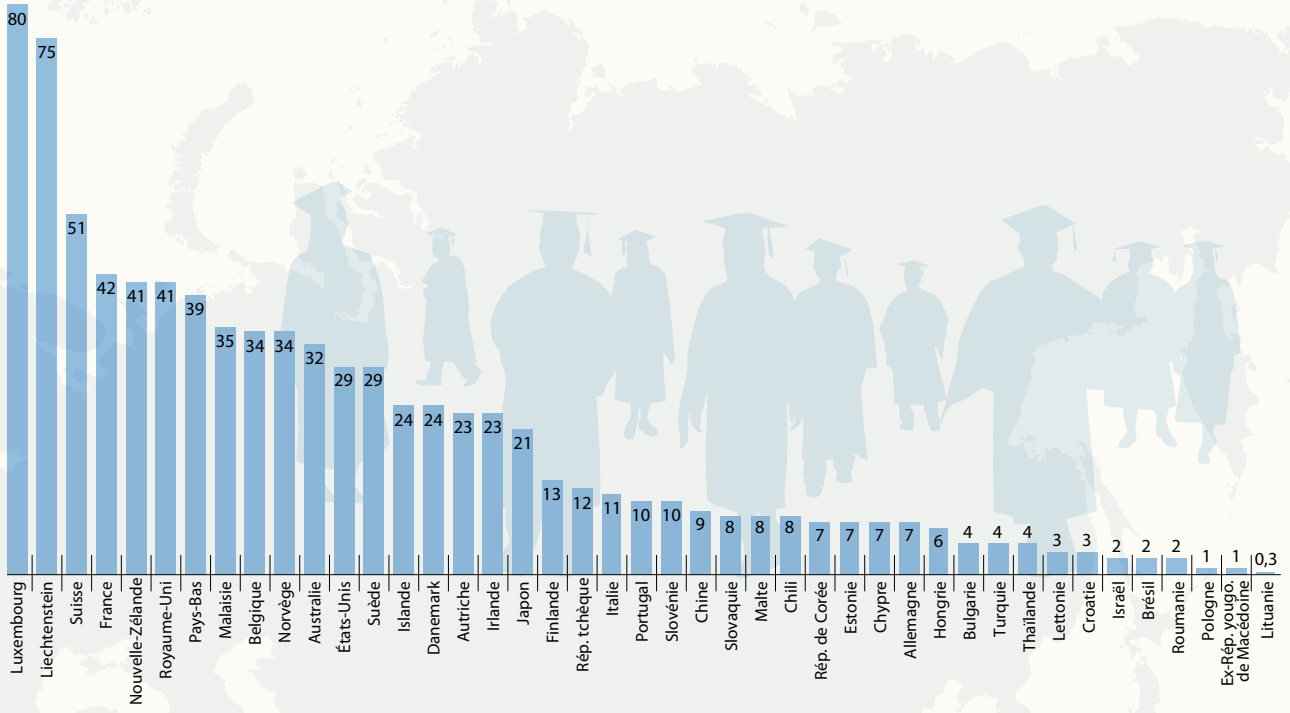
Les États-Unis accueillent 4 doctorants internationaux sur 10

Part des étudiants internationaux par type de programme et pays d'accueil, 2012 (%)



La plupart des doctorants au Liechtenstein, au Luxembourg et en Suisse sont des étudiants internationaux

Part des doctorants internationaux dans chaque pays d'accueil ou taux de mobilité vers les pays d'accueil, 2012 (%)



5 600 Nombre de doctorants saoudiens formés à l'étranger en 2012

5 200 Nombre de doctorants saoudiens formés en Arabie saoudite en 2012

L'Arabie saoudite a plus de doctorants inscrits à l'étranger que sur le territoire national

Pays ayant plus de 4 000 doctorants inscrits à l'étranger en 2012

Pays d'origine	Nombre d'étudiants sortants	Taux de mobilité vers l'étranger*	Principales destinations
Chine	58 492	22,1	États-Unis, Japon, Royaume-Uni, Australie, France, Rép. de Corée, Canada, Suède
Inde	30 291	35,0	États-Unis, Royaume-Uni, Australie, Canada, France, Rép. de Corée, Suisse, Suède
Allemagne	13 606	7,0	Suisse, Autriche, Royaume-Uni, États-Unis, Pays-Bas, France, Suède, Australie
Iran	12 180	25,7	Malaisie, États-Unis, Canada, Australie, Royaume-Uni, France, Suède, Italie
Rép. de Corée	11 925	20,7	États-Unis, Japon, Royaume-Uni, France, Canada, Australie, Suisse, Autriche
Italie	7 451	24,3	Royaume-Uni, France, Suisse, États-Unis, Autriche, Pays-Bas, Espagne, Suède
Canada	6 542	18,0	États-Unis, Royaume-Uni, Australie, France, Suisse, Nouvelle-Zélande, Irlande, Japon
États-Unis	5 929	1,7	Royaume-Uni, Canada, Australie, Suisse, Nouvelle-Zélande, France, Rép. de Corée, Irlande
Arabie saoudite	5 668	109,3	États-Unis, Royaume-Uni, Australie, Malaisie, Canada, France, Japon, Nouvelle-Zélande
Indonésie	5 109	13,7	Malaisie, Australie, Japon, États-Unis, Royaume-Uni, Rép. de Corée, Pays-Bas, France
France	4 997	12,3	États-Unis, Royaume-Uni, Malaisie, Suisse, France, Japon, Allemagne, Chine
Viet Nam	4 867	78,1	France, États-Unis, Australie, Japon, Rép. de Corée, Royaume-Uni, Nouvelle-Zélande, Belgique
Turquie	4 579	9,2	États-Unis, Royaume-Uni, France, Pays-Bas, Suisse, Autriche, Canada, Italie
Pakistan	4 145	18,0	Royaume-Uni, États-Unis, Malaisie, France, Suède, Australie, Rép. de Corée, Nouvelle-Zélande
Brésil	4 121	5,2	États-Unis, Portugal, France, Espagne, Royaume-Uni, Australie, Italie, Suisse

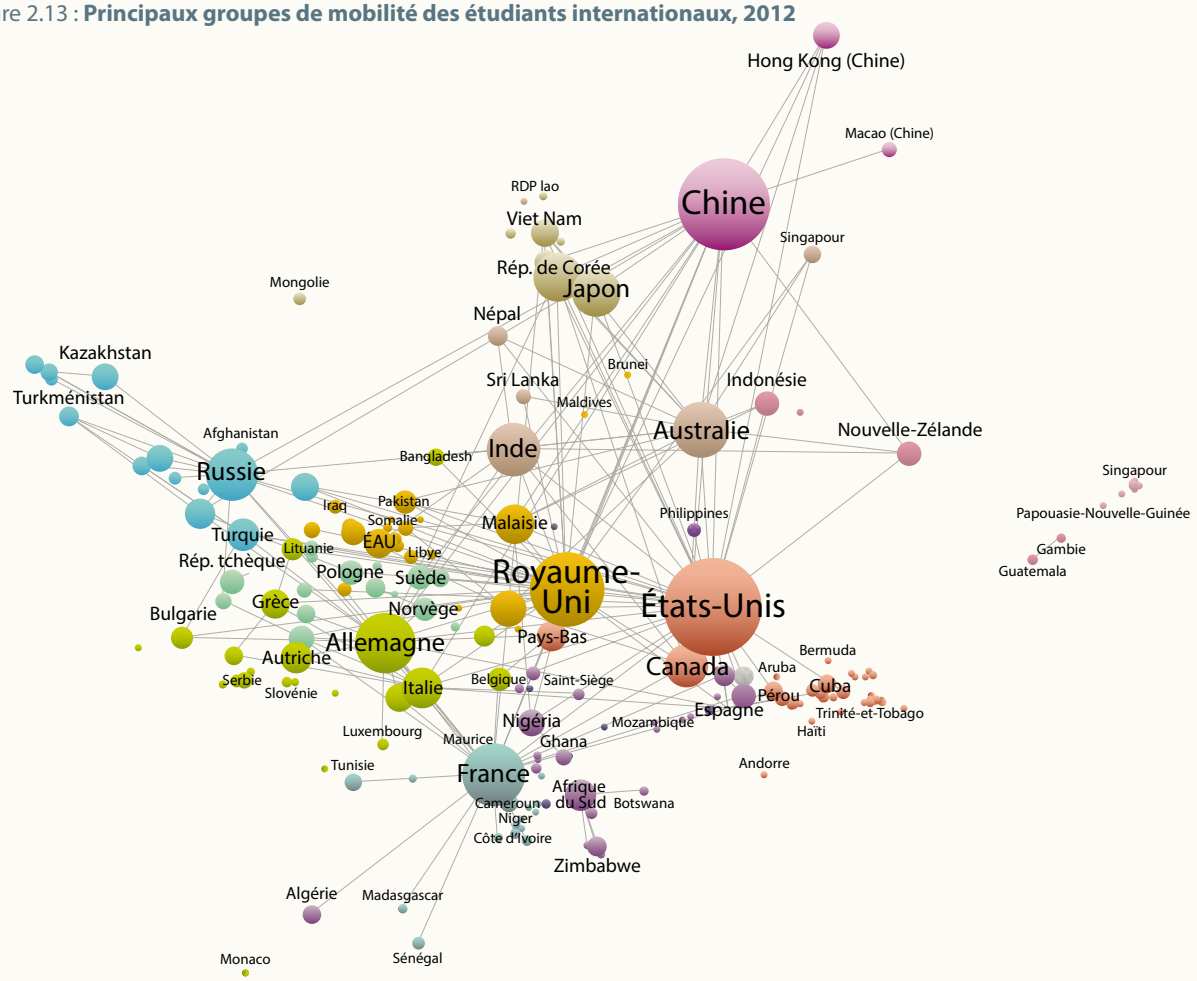
* Nombre d'étudiants originaires d'un pays donné inscrits dans des programmes de doctorat à l'étranger, exprimé en pourcentage des effectifs totaux inscrits en doctorat dans ce pays.

Remarque : L'Institut de statistique de l'UNESCO reconnaît que l'Allemagne est une destination prisée par les doctorants internationaux. Cependant, du fait de l'absence de données, l'Allemagne ne fait pas partie des principales destinations répertoriées dans ce tableau.

Remarque : Les données des tableaux et graphiques de la figure 2.12 concernent 3,1 millions d'étudiants internationaux inscrits dans 44 pays (principalement de l'OCDE et/ou de l'UE).

Source : Institut de statistique de l'UNESCO, octobre 2014 ; Institut pour l'éducation internationale, 2013, *Open Doors Report on International Educational Exchange.*

Figure 2.13 : **Principaux groupes de mobilité des étudiants internationaux, 2012**



Source : Données de l'Institut de statistique de l'UNESCO, octobre 2014 ; carte créée à l'aide de VOSviewer.

Quatrièmement, on peut identifier au moins six réseaux (ou groupes) distincts de mobilité des étudiants internationaux (figure 2.13). Il convient de noter que même si les flux d'étudiants sont directionnels, les réseaux représentés sur la carte ne le sont pas. De plus, la distance entre deux pays est plus ou moins proportionnelle au nombre d'étudiants migrant entre ces pays. Plus la distance est petite, plus la relation est étroite. Les couleurs reflètent les différents groupes du réseau de mobilité des étudiants. La taille des bulles (pays) est proportionnelle à la somme du nombre d'étudiants originaires d'un pays donné qui poursuivent leurs études à l'étranger et du nombre d'étudiants internationaux qui poursuivent leurs études dans ce pays. Par exemple, quelque 694 400 étudiants chinois poursuivaient leurs études à l'étranger en 2012, tandis que la Chine accueillait 89 000 étudiants internationaux la même année. Le nombre total d'étudiants internationaux en provenance et à destination de la Chine était donc de 783 400. À titre de comparaison, quelque 58 100 étudiants américains poursuivaient leurs études à l'étranger en 2012, tandis que les États-Unis accueillaient 740 500 étudiants internationaux la même année. Au total, il y avait donc 798 600 étudiants internationaux en provenance et à destination des États-Unis. De ce fait, les bulles représentant la Chine et les États-Unis ont quasiment la même taille, même si les tendances sont opposées.

Les rapports bilatéraux entre le pays d'accueil et le pays d'origine en termes de géographie, de langue et d'histoire influencent partiellement ces groupes. Le groupe des États-Unis couvre plusieurs pays d'Amérique latine et des Caraïbes, le Canada, l'Espagne et les Pays-Bas. Le groupe du Royaume-Uni englobe d'autres pays européens et ses anciennes colonies, notamment les Émirats arabes unis, la Malaisie et le Pakistan. L'Inde, ancienne colonie du Royaume-Uni, a maintenu des liens avec ce pays, mais fait désormais également partie du groupe composé de l'Australie, du Japon et des pays d'Asie de l'Est et du Pacifique. De même, la France domine son groupe, qui comprend ses anciennes colonies sur le continent africain. Un autre groupe réunit principalement des pays d'Europe occidentale. De plus, le lien historique entre la Fédération de Russie et les anciens États soviétiques donne naissance à un groupe distinct. Enfin, il y a lieu de noter que l'Afrique du Sud joue un rôle important dans le réseau de mobilité des étudiants en Afrique australe (voir chapitre 20).

Mobilité internationale des titulaires de doctorat

L'enquête sur la carrière des titulaires de doctorat révèle qu'ils sont en moyenne entre 5 % et 29 % à avoir mené des travaux de recherche à l'étranger pendant trois mois ou plus au cours des 10 dernières années (figure 2.14). Cette proportion est supérieure

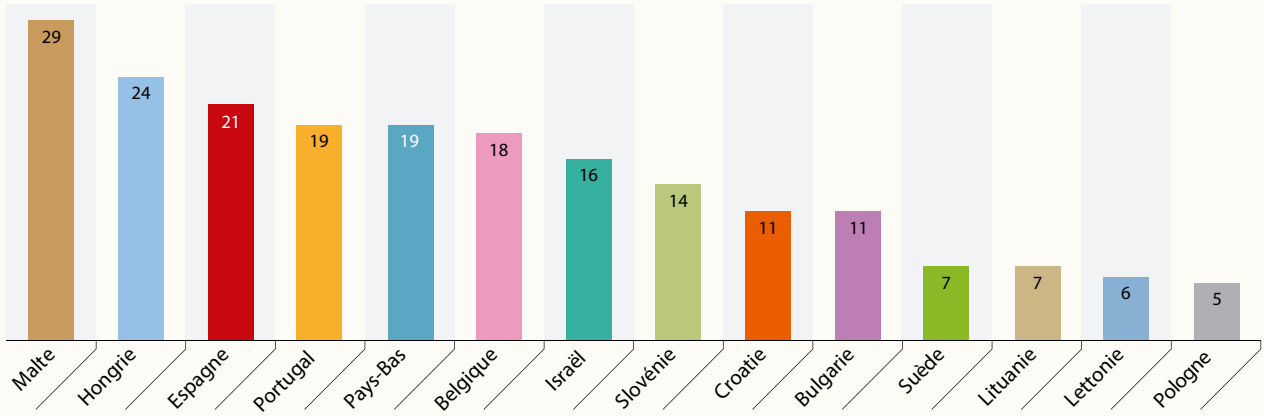
à 20 % en Espagne, en Hongrie et à Malte, tandis qu'elle est inférieure à 10 % en Lettonie, en Lituanie, en Pologne et en Suède.

Les principales destinations du dernier séjour à l'étranger de ces chercheurs mobiles sont les États-Unis, le Royaume-Uni, la France et l'Allemagne (Auriol *et al.*, 2013). Des études menées dans toute l'Europe montrent qu'un degré élevé de mobilité du personnel qualifié entre les secteurs (par exemple les universités et les industries) et entre les pays contribue au professionnalisme global de la population active, ainsi qu'aux performances de l'économie en matière d'innovation (UE, 2014).

Des facteurs universitaires participent généralement à la décision d'un chercheur de s'expatrier. Ce faisant, il peut par exemple accéder à de meilleures opportunités de publication ou avoir la possibilité de poursuivre un axe de recherche qui n'est pas envisageable au niveau national. D'autres facteurs professionnels ou économiques et des considérations familiales ou personnelles peuvent également entrer en ligne de compte (Auriol *et al.*, 2013).

Il est admis depuis longtemps que la présence de chercheurs et de titulaires de doctorat étrangers enrichit le capital culturel de la communauté locale et élargit le bassin de talents d'une économie (Iversen *et al.*, 2014). L'enquête sur la carrière des titulaires de doctorat révèle que la Suisse accueille le pourcentage le plus élevé (33,9 %) de titulaires de doctorat étrangers, suivie par la Norvège (15,2 %) et la Suède (15,1 %) [figure 2.15].

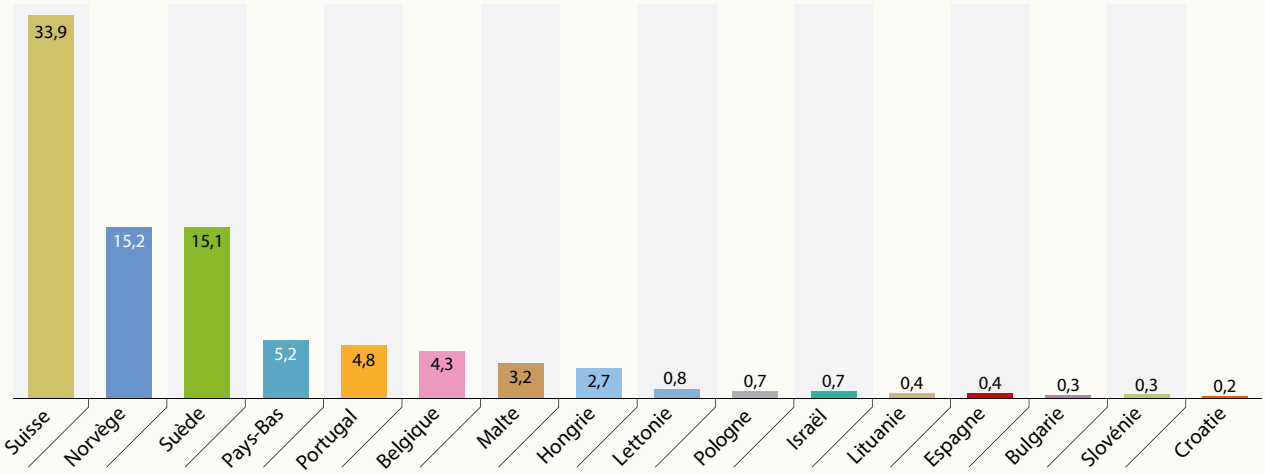
Figure 2.14 : **Pourcentage de citoyens nationaux titulaires d'un doctorat ayant vécu à l'étranger au cours des 10 dernières années, 2009**



Remarque : Les données concernent les séjours de trois mois ou plus à l'étranger. Les données pour la Belgique, l'Espagne, la Hongrie et les Pays-Bas font référence aux étudiants diplômés à partir de 1990. Pour l'Espagne, les données concernant les titulaires de doctorat sont limitées pour la période 2007-2009.

Source : Données de l'Institut de statistique de l'UNESCO, de l'OCDE et d'Eurostat sur la carrière des titulaires de doctorat, 2010.

Figure 2.15 : **Pourcentage de titulaires de doctorat étrangers dans une série de pays, 2009**



Source : Données de l'Institut de statistique de l'UNESCO, de l'OCDE et d'Eurostat sur la carrière des titulaires de doctorat, 2010.

CONCLUSION

L'innovation est présente dans les pays de tous niveaux de revenu

Si la plupart des activités de R&D ont pour cadre des pays à revenu élevé, l'innovation est généralisée et se produit dans des pays de tous niveaux de revenu. En effet, l'innovation ne dépend, dans bien des cas, nullement de la R&D ; dans la majorité des pays étudiés dans le cadre de l'enquête de 2013, plus de 50 % des entreprises innovaient sans R&D. La R&D est un élément crucial du processus d'innovation, mais l'innovation est une notion plus large, qui dépasse la seule R&D.

Les responsables politiques devraient éviter de se concentrer sur la seule conception de mesures de nature à inciter les entreprises à faire de la recherche et développement. Ils devraient aussi faciliter l'innovation non liée à la recherche, en particulier celle qui passe par le transfert de technologie, puisque l'acquisition de machines, d'équipements et de logiciels est en général la principale activité liée à l'innovation.

En outre, la dépendance des entreprises à l'égard de sources liées au marché (comme les fournisseurs et les clients) dans le processus d'innovation souligne le rôle important des agents externes dans ce domaine. L'une des préoccupations des décideurs devrait être le peu d'importance que la plupart des entreprises accordent au maintien de liens avec les universités et les instituts de recherche publics, alors que le renforcement des liens entre les universités et l'industrie constitue souvent un objectif majeur des instruments de politique.

La mobilité scientifique internationale peut favoriser un environnement innovant en améliorant les compétences, les réseaux de connaissance et la coopération scientifique. Cependant, les réseaux de connaissance internationaux ne se forment pas spontanément et les avantages potentiels qui en découlent ne sont pas automatiques. Les enseignements tirés des réussites passées et actuelles montrent que quatre facteurs sont indispensables au maintien des réseaux de connaissance internationaux : une approche déterminée par la demande ; la présence d'une communauté scientifique locale ; un soutien infrastructurel et un leadership engagé ; un enseignement supérieur de qualité afin d'améliorer les compétences de l'ensemble de la population.

La mobilité scientifique transfrontalière a nettement augmenté au cours des 10 dernières années et cette tendance ne montre aucun signe d'essoufflement. La création d'un environnement propice à la collaboration et à la mobilité transfrontalière devient une priorité pour les gouvernements nationaux. Pour accompagner cette tendance, les gouvernements devraient mettre en place des programmes visant à sensibiliser les scientifiques et les ingénieurs aux différences culturelles en matière de recherche, de gestion de la recherche et de leadership, ainsi qu'à garantir l'intégrité de la recherche au-delà des frontières.

RÉFÉRENCES

Agunias, D. R. et Newland, K. (2012) *Comment associer les diasporas au développement : Manuel à l'usage des décideurs et praticiens dans les pays d'origine et d'accueil.* Organisation internationale pour les migrations et Institut des politiques migratoires : Genève et Washington D. C.

Auriol, L., Misu, M. et Freeman, R. A. (2013) Les carrières des titulaires du doctorat : analyse des indicateurs du marché du travail et de la mobilité, *Documents de travail de la Direction de la science, de la technologie et de l'industrie de l'OCDE, 2013/04.* Éditions de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) : Paris.

British Council et DAAD (2014) The Rationale for Sponsoring Students to Undertake International Study: an Assessment of National Student Mobility Scholarship Programmes. British Council et Office allemand d'échanges universitaires. Voir www.britishcouncil.org/sites/britishcouncil.uk2/files/outward_mobility.pdf.

Chien, C.-L. (2013) The International Mobility of Undergraduate and Graduate Students in Science, Technology, Engineering and Mathematics: Push and Pull Factors, thèse de doctorat. Université du Minnesota (États-Unis).

De Wit, H. (2008) Changing dynamics in international student circulation: meanings, push and pull factors, trends and data, in : De Wit, H., Agarwal, P., Said, M. E., Sehoole, M. et Sirozi, M. (dir.) *The Dynamics of International Student Circulation in a Global Context* (p. 15-45). Sense Publishers : Rotterdam.

Halevi, G. et Moed, H. F. (2014) International Scientific Collaboration, in : Chapman, D. et Chien, C.-L. (dir.) *Higher Education in Asia: Expanding Out, Expanding Up. The Rise of Graduate Education and University Research.* Institut de statistique de l'UNESCO : Montréal.

ISU (2015) *Summary Report of the 2013 UIS Innovation Data Collection*. Institut de statistique de l'UNESCO : Montréal. Voir www.uis.unesco.org/ScienceTechnology/Documents/IP24-innovation-data-en.pdf.

Iversen, E., Scordato, L., Børing, P. et Røsdal, T. (2014) International and Sector Mobility in Norway: a Register-data Approach, Document de travail 11/2014. Institut nordique d'études dans les domaines de l'innovation, de la recherche et de l'éducation (NIFU). Voir www.nifu.no/publications/1145559.

Jonkers, K. et Tijssen, R. (2008) Chinese researchers returning home: impacts of international mobility on research collaboration and scientific productivity, *Scientometrics*, 7(2) : p. 309-333. DOI: 10.1007/s11192-007-1971-x.

Jöns, H. (2009) Brain circulation and transnational knowledge networks: studying long-term effects of academic mobility to Germany, 1954–2000, *Global Networks*, 9 (3) : p. 315-338.

Marx, K. (1867) *Le Capital. Critique de l'économie politique*. Livre I : Le développement de la production capitaliste. Joseph Roy (première traduction de l'allemand). Éditions sociales [pour la première édition de la version française]. Paris (France).

Meyer, J-B. et Wattiaux, J-P. (2006) Diaspora Knowledge Networks: Vanishing doubts and increasing evidence, *Journal international sur les sociétés multiculturelles*, 8(1) : p. 4–24. Voir www.unesco.org/shs/ijms/vol8/issue1/art1.

Pande, A. (2014) The role of the Indian diaspora in the development of the Indian IT industry, *Diaspora Studies*, 7(2) : p. 121-129.

Schumpeter, J. A. (1942) *Capitalisme, socialisme et démocratie*. Éditions Payot : Paris.

Siegel, M. et Kuschminder, K. (2012) *Highly Skilled Temporary Return, Technological Change and Innovation: the Case of the TRQN Project in Afghanistan*. UNU-MERIT Working Paper Series 2012–017.

Smith, A. (1776) *Recherches sur la nature et les causes de la richesse des nations*. Éditions Guillaumin : Paris.

UE (2014) *European Research Area Progress Report 2014* et *Facts and Figures 2014*. Office des publications de l'Union européenne : Luxembourg.

Université Cornell, INSEAD et OMPI (2014) *Indice mondial 2014 de l'innovation : le facteur humain dans l'innovation,* deuxième impression. Université Cornell : Ithica (États-Unis), INSEAD : Fontainebleau (France) et Organisation mondiale de la propriété intellectuelle : Genève.

Woolley, R., Turpin, T., Marceau, J. et Hill, S. (2008) Mobility matters: research training and network building in science, *Comparative Technology Transfer and Society*. 6(3) : p. 159-184.

Zweig, D., Chung, S. F. et Han, D. (2008) Redefining brain drain: China's 'diaspora option' , *Science, Technology and Society,* 13(1) : p. 1-33. DOI: 10.1177/097172180701300101.

Elvis Korku Avenyo, né en 1985 au Ghana, est doctorant à l'UNU-MERIT (Université de Maastricht) aux Pays-Bas. Il est titulaire d'un master en économie délivré par l'Université de Cape Coast (Ghana). Sa thèse de doctorat s'intéresse au rôle joué par l'innovation au niveau de l'entreprise dans la création d'emplois satisfaisants en Afrique subsaharienne.

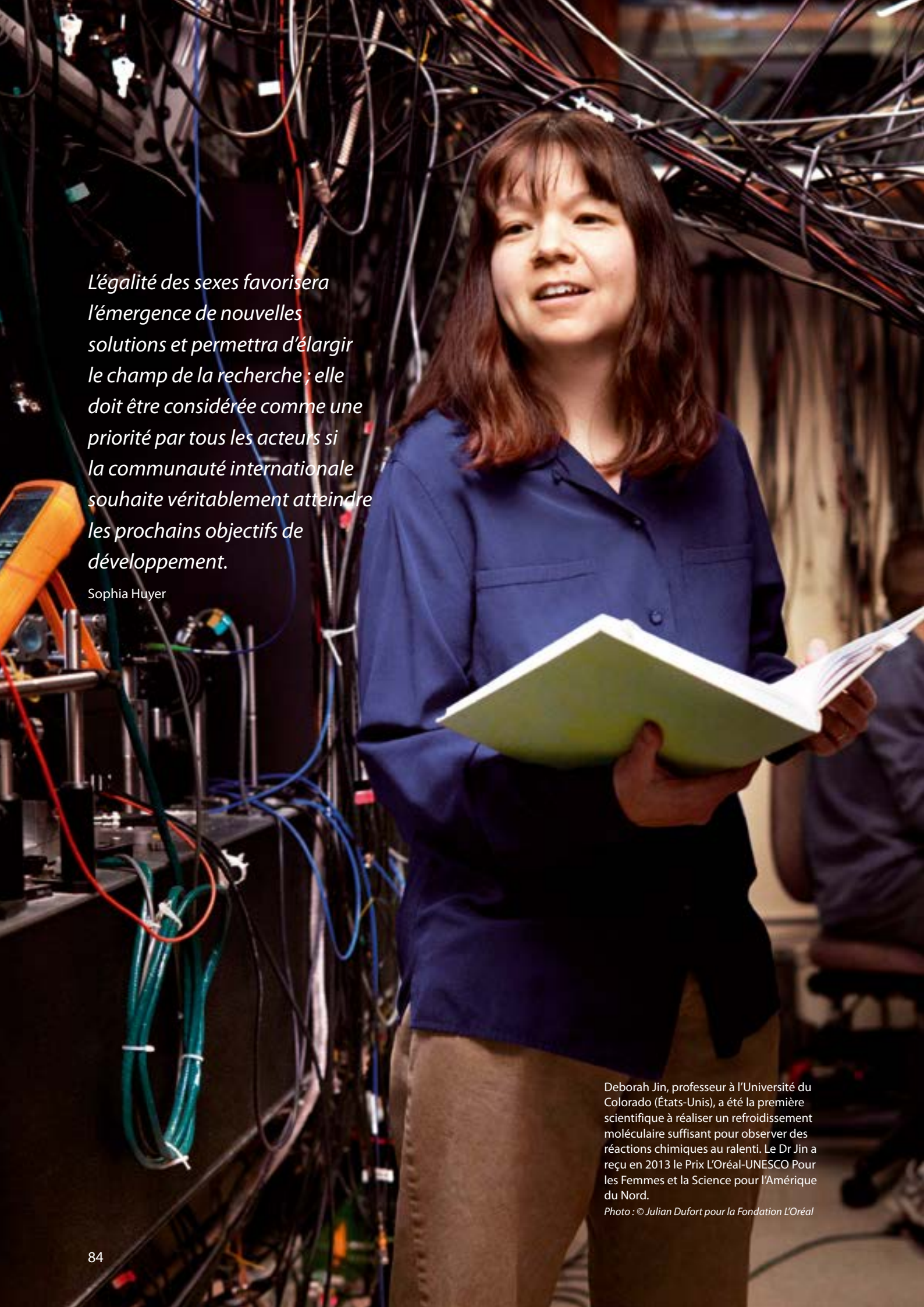
Chiao-Ling Chien, née en 1975, est chercheuse à l'Institut de statistique de l'UNESCO depuis 2008. Elle a codirigé et coécrit plusieurs publications de l'institut portant sur des sujets variés tels que la mobilité internationale des étudiants et l'accès à l'enseignement supérieur. Elle est titulaire d'un doctorat en politique et administration de l'enseignement supérieur délivré par l'Université du Minnesota (États-Unis).

Hugo Hollanders, né en 1967 aux Pays-Bas, est économiste et chercheur à l'UNU-MERIT (Université de Maastricht), aux Pays-Bas. Il possède plus de quinze ans d'expérience dans l'étude et la statistique de l'innovation. Il s'occupe essentiellement de projets de recherche financés par la Commission européenne. Il est notamment l'auteur principal du rapport sur le Tableau de bord de l'Union de l'innovation.

Luciana Marins, née en 1981 au Brésil, a rejoint l'Institut de statistique de l'UNESCO en 2010, au sein duquel elle est chargée de l'analyse des données et de la structuration de l'étude globale des statistiques de l'innovation dont il est question dans le présent chapitre. Elle est titulaire d'un doctorat en administration et gestion des entreprises et innovation commerciale délivré par l'Université fédérale du Rio Grande do Sul (Brésil).

Martin Schaaper, né en 1967 aux Pays-Bas, est directeur de l'Unité de la science, de la technologie et de l'innovation et de l'Unité de la communication et de l'information de l'Institut de statistique de l'UNESCO. Il possède un master en économétrie obtenu à l'Université Érasme de Rotterdam (Pays-Bas).

Bart Verspagen, né en 1966 aux Pays-Bas, est le directeur de l'UNU-MERIT. Il a obtenu un doctorat à l'Université de Maastricht et est titulaire d'un doctorat *honoris causa* décerné par l'Université d'Oslo. Ses travaux de recherche se concentrent sur l'économie de l'innovation et des nouvelles technologies, ainsi que sur le rôle joué par la technologie dans le commerce international et dans les écarts de croissance au niveau mondial.



L'égalité des sexes favorisera l'émergence de nouvelles solutions et permettra d'élargir le champ de la recherche ; elle doit être considérée comme une priorité par tous les acteurs si la communauté internationale souhaite véritablement atteindre les prochains objectifs de développement.

Sophia Huyer

Deborah Jin, professeur à l'Université du Colorado (États-Unis), a été la première scientifique à réaliser un refroidissement moléculaire suffisant pour observer des réactions chimiques au ralenti. Le Dr Jin a reçu en 2013 le Prix L'Oréal-UNESCO Pour les Femmes et la Science pour l'Amérique du Nord.

Photo : © Julian Dufort pour la Fondation L'Oréal

3. Vers une diminution des disparités hommes-femmes dans la science et l'ingénierie ?

Sophia Huyer

INTRODUCTION

Les femmes sont sous-représentées dans les processus décisionnels relatifs au changement climatique

Alors que la communauté internationale se prépare en 2015 à passer des objectifs du Millénaire pour le développement (OMD) aux objectifs de développement durable (ODD), son attention, jusqu'à présent tournée vers la réduction de la pauvreté, se porte désormais sur des priorités socioéconomiques et environnementales s'inscrivant dans une perspective élargie. Au cours des 15 prochaines années, la recherche scientifique est appelée à jouer un rôle clé en matière de suivi des tendances pertinentes dans des domaines tels que la sécurité alimentaire, la santé, l'eau, l'assainissement, l'énergie, la gestion des écosystèmes terrestres et marins ou encore le changement climatique. Les femmes occuperont une place prépondérante dans la mise en œuvre des ODD, en contribuant à l'identification des problèmes d'envergure internationale et des solutions pour y remédier.

Les hommes jouissant généralement d'un statut socioéconomique plus élevé que les femmes, ces dernières sont bien plus largement touchées par les sécheresses, les inondations et les autres phénomènes météorologiques extrêmes ; elles sont en outre mises à l'écart lors de la prise de décisions relatives aux mesures de relèvement et d'adaptation (EIGE, 2012). Certains secteurs économiques subiront de plein fouet le changement climatique, mais les conséquences ne seront pas forcément les mêmes pour les hommes et les femmes. Dans le secteur du tourisme, par exemple, les femmes des pays en développement ont tendance à gagner moins bien leur vie que leurs collègues masculins, qui occupent plus de postes à responsabilité. Elles sont également surreprésentées dans le secteur informel non agricole : 84 % en Afrique subsaharienne, 58 % en Amérique latine et 86 % en Asie (OMT et ONU-Femmes, 2011). Il existe donc de très nettes disparités entre les sexes en ce qui concerne leur capacité à faire face aux chocs causés par le changement climatique.

Malgré ces différences, les femmes ne sont pas représentées de façon paritaire aux postes de travailleurs qualifiés, de spécialistes ou de direction dans les principaux secteurs scientifiques en rapport avec le changement climatique. Si elles sont relativement bien représentées dans certaines disciplines scientifiques connexes, notamment la santé, l'agriculture et la gestion de l'environnement, elles sont cependant très minoritaires dans d'autres secteurs appelés à jouer un rôle déterminant dans la transition vers le développement durable, tels que l'énergie, l'ingénierie, les transports, les technologies de l'information et l'informatique. Ce dernier occupe une place prépondérante dans le développement des systèmes d'alerte, l'échange d'informations et la surveillance de l'environnement.

Même dans les domaines scientifiques où elles sont représentées, les femmes ne participent guère à l'élaboration des politiques et des programmes. L'ex-République yougoslave de Macédoine en est le parfait exemple. Dans ce pays, les femmes sont bien représentées dans les instances décisionnelles de l'État liées au changement climatique, comme l'énergie, les transports, l'environnement et les services de santé. En outre, elles sont relativement bien représentées dans les disciplines scientifiques connexes et sont nombreuses à siéger au Comité national sur le changement climatique. Toutefois, lorsqu'il s'agit de concevoir et de mettre en œuvre des plans, d'interpréter des décisions et de suivre les résultats, les femmes se font beaucoup plus rares (Huyer, 2014).

TENDANCES EN MATIÈRE DE RECHERCHE

La parité entre les sexes parmi les chercheurs reste un objectif difficile à atteindre

En ce qui concerne leur participation au secteur de la recherche en général, les femmes sont confrontées au syndrome du « tuyau percé ». Elles représentent une part importante des étudiants de premier et second cycle universitaire, et sont même plus nombreuses que les hommes puisqu'elles représentent 53 % des diplômés. Pourtant, leur nombre chute brutalement en doctorat : le nombre d'hommes (57 %) dépasse soudainement le nombre de femmes (figure 3.1). L'écart se creuse davantage au sein de la population de chercheurs, composée majoritairement d'hommes (72 %). Le pourcentage élevé de femmes dans l'enseignement supérieur ne se traduit donc pas nécessairement par une présence plus importante de ces dernières dans le secteur de la recherche.

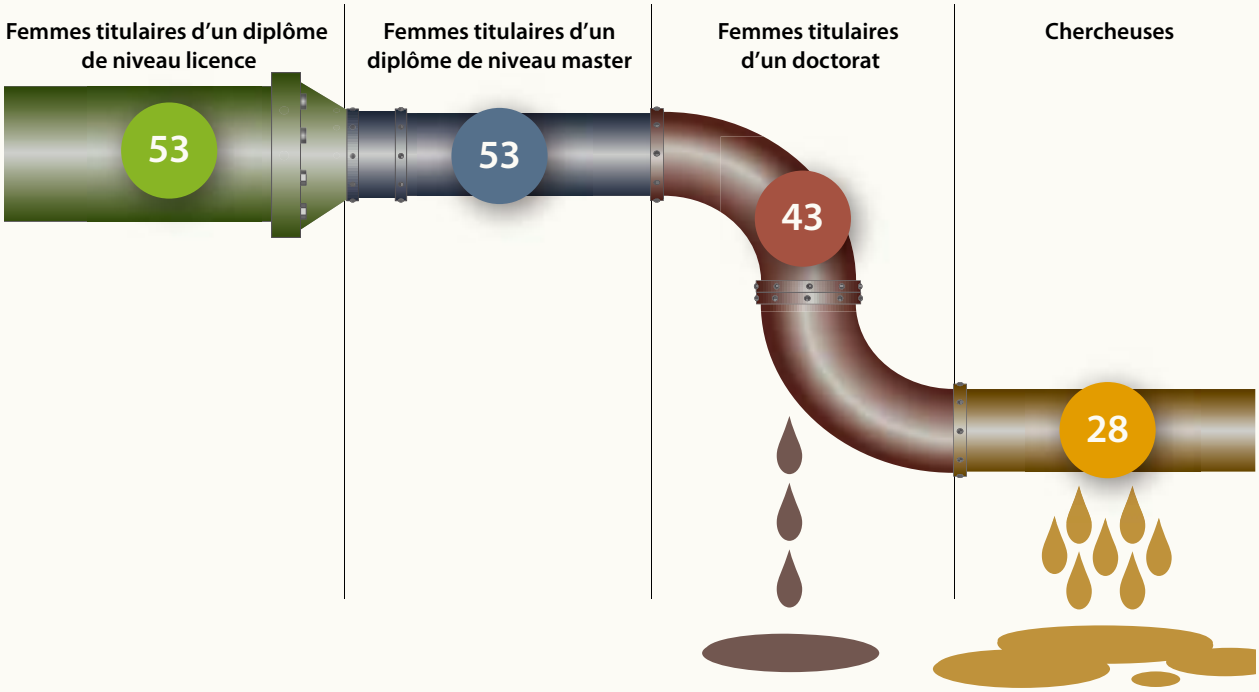
Bien que les femmes représentent seulement 28 %[1] des chercheurs dans le monde, selon les données disponibles, ce chiffre dissimule d'importants écarts aux niveaux national et régional (figure 3.2). Par exemple, les femmes sont très représentées en Europe du Sud-Est (49 %) ainsi qu'en Amérique latine, en Asie centrale et dans les Caraïbes (44 %). Un tiers des chercheurs sont des chercheuses dans les États arabes (37 %), dans l'Union européenne (33 %) et dans l'Association européenne de libre-échange (34 %), suivis de près par l'Afrique subsaharienne (30 %).

Dans de nombreuses régions, la parité entre les sexes (45-55 % de chercheuses) est un héritage de l'ancien bloc soviétique, qui s'étendait de l'Asie centrale et des pays baltes à l'Europe de l'Est et du Sud-Est, et dont faisait partie un tiers des États membres actuels de l'Union européenne (UE). Ces 10 dernières années, plusieurs pays d'Europe du Sud-Est ont réussi à restaurer dans le secteur de la recherche le niveau de parité qu'ils avaient perdu dans les années 1990, après l'éclatement de l'ex-Yougoslavie : la Croatie, l'ex-République yougoslave de Macédoine, le Monténégro et la Serbie (voir tableau 10.4).

Dans d'autres régions, plusieurs pays ont accompli de grandes avancées. En Asie, la Malaisie, les Philippines et la Thaïlande ont

1. Cette estimation de l'Institut de statistique de l'UNESCO concerne 137 pays et exclut l'Amérique du Nord, du fait de l'absence de comparaison possible entre ces données au niveau international. Toutefois, même si le pourcentage de chercheuses aux États-Unis était pris en compte dans ce calcul, la part des femmes dans le réservoir mondial de chercheurs n'augmenterait que de quelques points. Même si les États-Unis comptaient parmi leurs effectifs 40 % de chercheuses, la part des femmes dans le réservoir mondial ne passerait que de 28,4 % à 30,7 %.

Figure 3.1 : **Le syndrome du « tuyau percé » : part des femmes dans l'enseignement supérieur et la recherche, 2013 (%)**



Source : Estimations de l'Institut de statistique de l'UNESCO, d'après les données tirées de sa base de données, juillet 2015.

toutes trois atteint la parité entre les sexes (voir figure 27.6), tandis qu'en Afrique, l'Afrique du Sud et la Namibie sont en passe de rejoindre ce cercle très fermé (voir figure 19.3). Les pays comptant la plus grande proportion de chercheuses sont la Bolivie (63 %) et le Venezuela (56 %). Le Lesotho a quitté cette catégorie après avoir connu une chute brutale du nombre de chercheuses, leur pourcentage passant de 76 % à 31 % entre 2002 et 2011.

Dans certains pays à revenu élevé, la proportion de chercheuses est étonnamment faible. Par exemple, en Allemagne, en France et aux Pays-Bas, à peine un chercheur sur quatre est une femme. Les pourcentages sont encore plus bas en République de Corée (18 %) et au Japon (15 %). Malgré les efforts du gouvernement en vue d'améliorer ce ratio (voir chapitre 24), le Japon demeure l'État membre de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) où la proportion de chercheuses est la moins élevée.

L'Arabie saoudite présente le plus faible taux de participation dans le monde avec 1,4 % de chercheuses (voir figure 17.7), contre 18,1 % en 2000. Toutefois, ce chiffre ne couvre que la Cité Roi Abdulaziz pour la science et la technologie. Le taux de participation est également très faible en Éthiopie (13 %) et au Togo (10 %), et a pratiquement diminué de moitié au Népal depuis 2002, passant de 15 % à 8 % (voir figure 21.7).

Le plafond de verre demeure intact

Plus on s'élève dans la hiérarchie du système de recherche scientifique, plus la part des femmes diminue ; elles sont finalement très peu nombreuses à parvenir à se hisser jusqu'aux plus hauts niveaux de la sphère scientifique et décisionnelle. En 2015, Carlos Moedas, commissaire européen pour la recherche, la science et l'innovation, a attiré l'attention de la communauté internationale sur ce phénomène, ajoutant que la majorité des entrepreneurs dans le domaine des sciences et de l'ingénierie étaient des hommes. En Allemagne, l'accord de coalition signé en 2013 a institué un quota de 30 % de femmes dans les conseils d'administration des entreprises (voir chapitre 9).

Bien qu'il n'existe que peu de données pour la plupart des pays, nous savons qu'en 2010, 14 % des présidents et vice-présidents des universités publiques du Brésil étaient des femmes (Abreu, 2011), et qu'elles étaient 17 % en Afrique du Sud en 2011 (figure 3.3). En Argentine, les femmes représentent 16 % des directeurs et vice-directeurs des centres de recherche nationaux (Bonder, 2015) et, au Mexique, 10 % des directeurs des instituts de recherche scientifiques de l'Université nationale autonome du Mexique. Aux États-Unis, les chiffres sont légèrement plus élevés (23 %) [Huyer et Hafkin, 2012]. Dans les pays de l'UE, moins de 16 % des institutions d'enseignement supérieur et à peine 10 % des universités étaient dirigées par une femme en 2010 (UE, 2013). En 2011, dans le principal établissement d'enseignement supérieur des Caraïbes anglophones, l'Université des Indes occidentales, les femmes représentaient 51 % des chargés d'enseignement, mais seulement 32 % des maîtres de conférences et 26 % des professeurs d'université (figure 6.7). En outre, deux études réalisées auprès des académies nationales des sciences font également état de chiffres très faibles : les femmes représentent plus d'un quart des membres dans une poignée de pays seulement, notamment l'Afrique du Sud, Cuba et le Panama. Saluons le cas de l'Indonésie, qui compte 17 % de femmes dans ses équipes (Henry, 2015 ; Zubieta, 2015 ; Huyer et Hafkin, 2012).

Ces tendances sont évidentes dans d'autres sphères décisionnelles du monde scientifique ; les femmes sont en effet sous-représentées dans les procédures d'évaluation par les

Tableau 3.1 : **Part des chercheuses par domaine scientifique, 2013 ou année la plus proche (%)**

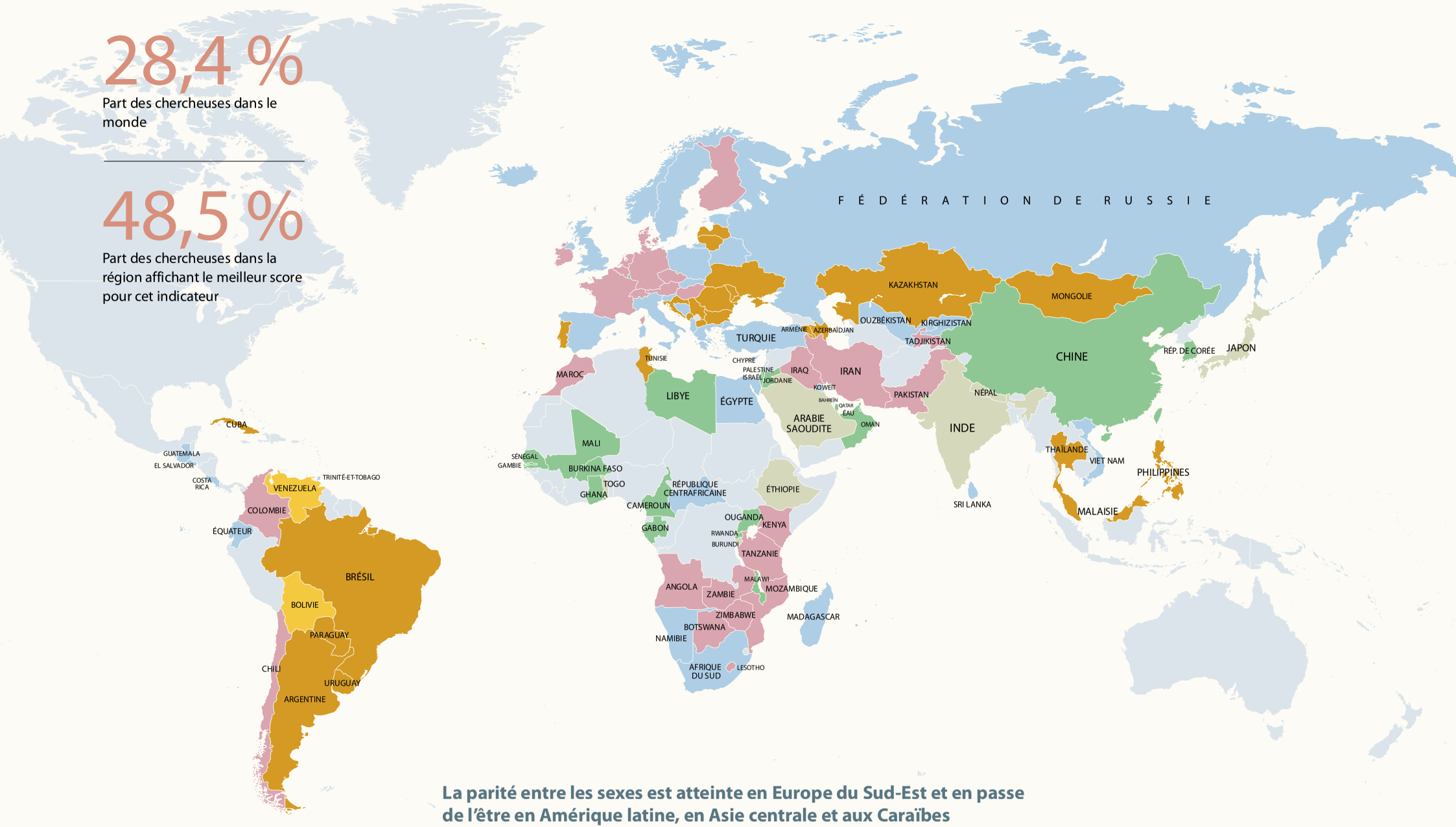
	Année	Sciences naturelles	Ingénierie et technologies	Sciences médicales	Agronomie	Sciences sociales et sciences humaines
Albanie	2008	43,0	30,3	60,3	37,9	48,1
Angola	2011	35,0	9,1	51,1	22,4	26,8
Arabie saoudite	2009	2,3	2,0	22,2	–	–
Arménie	2013	46,4	33,5	61,7	66,7	56,3
Azerbaïdjan	2013	53,9	46,5	58,3	38,5	57,4
Bahreïn	2013	40,5	32,1	45,9	–	43,0
Bélarus	2013	50,6	31,5	64,6	60,1	59,5
Bosnie-Herzégovine	2013	43,7	29,6	58,1	42,7	47,0
Botswana	2012	27,8	7,9	43,6	18,1	37,5
Bulgarie	2012	51,0	32,4	58,8	55,6	55,8
Burkina Faso	2010	10,1	11,6	27,7	17,4	35,9
Cabo Verde	2011	35,0	19,6	60,0	100,0	54,5
Chili	2008	26,5	19,0	34,4	27,8	32,7
Chypre	2012	38,7	25,4	46,3	22,8	43,6
Colombie	2012	31,8	21,6	52,5	33,6	39,9
Costa Rica	2011	36,7	30,9	60,8	31,5	53,6
Croatie	2012	49,7	34,9	56,1	45,8	55,5
Égypte	2013	40,7	17,7	45,9	27,9	49,7
El Salvador	2013	35,4	17,7	65,0	35,5	46,4
Estonie	2012	38,2	32,0	65,0	49,7	61,8
Éthiopie	2013	12,2	7,1	26,1	7,6	13,3
Ex-Rép. yougoslave de Macédoine	2012	40,4	40,1	64,2	45,5	52,0
Féd. de Russie	2013	41,5	35,9	59,5	56,4	60,3
Gabon	2009	31,4	20,0	58,3	30,2	17,0
Ghana	2010	16,9	6,6	20,8	15,5	22,3
Grèce	2011	30,7	29,5	43,0	33,1	46,0
Guatemala	2012	44,1	43,5	60,6	17,2	53,6
Hongrie	2012	24,0	20,0	48,1	37,8	44,8
Iran	2010	34,3	19,6	29,5	24,5	25,5
Iraq	2011	43,6	25,7	41,4	26,1	33,7
Japon	2013	12,6	5,3	30,8	21,5	31,9
Jordanie	2008	25,7	18,4	44,1	18,7	31,7
Kazakhstan	2013	51,9	44,7	69,5	43,4	59,1
Kenya	2010	14,4	11,2	20,0	30,4	37,1
Kirghizistan	2011	46,5	30,0	44,0	50,0	48,7
Koweït	2013	41,8	29,9	44,9	43,8	34,7
Lesotho	2009	42,0	16,7	–	40,0	75,0
Lettonie	2012	47,6	34,7	63,7	59,5	65,9
Lituanie	2012	43,9	34,1	61,5	56,5	65,4
Madagascar	2011	34,6	18,7	33,8	24,9	44,8
Malaisie	2012	49,0	49,8	50,8	48,9	51,6
Malawi	2010	22,2	6,5	17,5	12,5	32,8
Mali	2006	7,2	15,1	14,9	25,9	12,2
Malte	2012	27,2	17,2	49,3	26,2	34,8
Maroc	2011	31,5	26,3	44,1	20,5	27,1
Maurice	2012	36,4	19,4	41,7	45,4	51,9
Mongolie	2013	48,7	45,9	64,2	54,6	40,6
Monténégro	2011	56,7	37,0	58,5	54,5	49,0
Mozambique	2010	27,8	28,9	53,1	20,4	32,0
Oman	2013	13,0	6,2	30,0	27,6	23,1
Ouganda	2010	17,1	23,3	30,6	19,7	27,0
Ouzbékistan	2011	35,4	30,1	53,6	24,9	46,5
Pakistan	2013	33,8	15,4	37,0	11,0	39,9
Palestine	2007	21,2	9,6	25,5	11,8	27,9
Pays-Bas	2012	23,3	14,9	42,8	31,9	40,8
Philippines	2007	59,5	39,9	70,2	51,3	63,2
Pologne	2012	37,0	20,6	56,3	49,7	47,3
Portugal	2012	44,5	28,5	60,8	53,2	52,5
Qatar	2012	21,7	12,5	27,8	17,9	34,3
Rép. de Corée	2013	27,4	10,3	45,6	25,6	40,4
Rép. de Moldova	2013	45,7	29,0	52,5	45,4	61,0
Rép. tchèque	2012	28,2	12,8	50,6	36,1	42,2
Roumanie	2012	46,8	39,0	59,1	51,0	49,8
Sénégal	2010	16,7	13,0	31,7	24,4	26,1
Serbie	2012	55,2	35,9	50,4	60,0	51,8
Slovaquie	2013	44,3	25,8	58,5	45,5	52,1
Slovénie	2012	37,5	19,5	54,2	52,8	51,0
Sri Lanka	2010	40,0	27,0	46,4	38,2	29,8
Tadjikistan	2013	30,3	18,0	67,6	23,5	29,3
Togo	2012	9,0	7,7	8,3	3,2	14,1
Trinité-et-Tobago	2012	44,2	32,6	52,3	39,6	55,3
Turquie	2013	36,0	25,6	47,3	32,9	41,8
Ukraine	2013	44,5	37,2	65,0	55,0	63,4
Venezuela	2009	35,1	40,4	64,9	47,6	62,8
Zimbabwe	2012	25,3	23,3	40,0	25,5	25,6

Source : Institut de statistique de l'UNESCO, août 2015.

Figure 3.2 : **Part des chercheuses par pays, 2013 ou année la plus proche (%)**

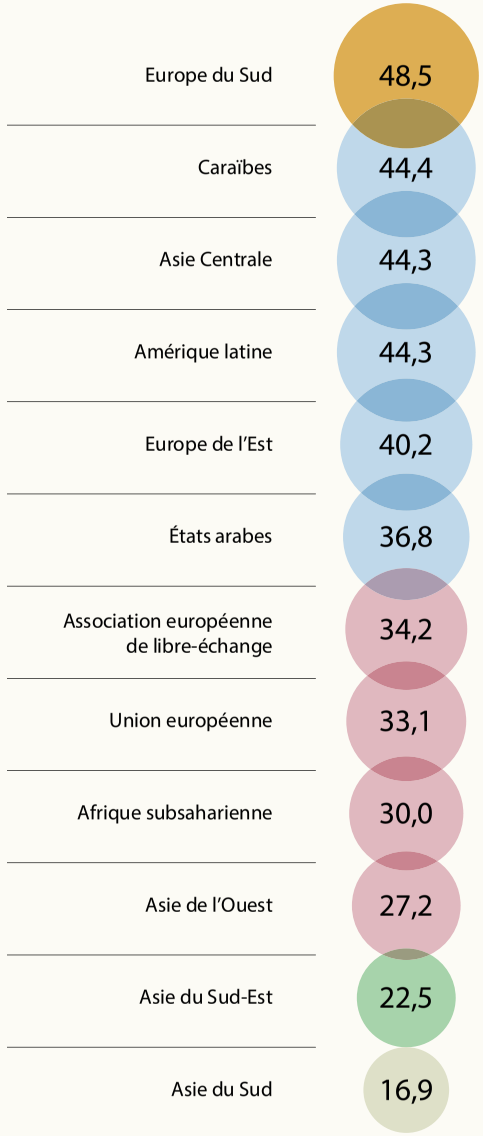
28,4 %
Part des chercheuses dans le monde

48,5 %
Part des chercheuses dans la région affichant le meilleur score pour cet indicateur



La parité entre les sexes est atteinte en Europe du Sud-Est et en passe de l'être en Amérique latine, en Asie centrale et aux Caraïbes

Part des chercheuses par région, 2013 (%)



Remarque : Données non disponibles pour l'Amérique du Nord. Les moyennes régionales reposent sur les données disponibles ; en cas de données manquantes pour l'année 2013, elles ont été calculées à partir des données de l'année la plus proche.

Situation en Europe



- 0-14,9 %
- 15-24,9 %
- 25-34,9 %
- 35-44,9 %
- 45-54,9 %
- 55 % ou plus
- Données non disponibles

33,1 %

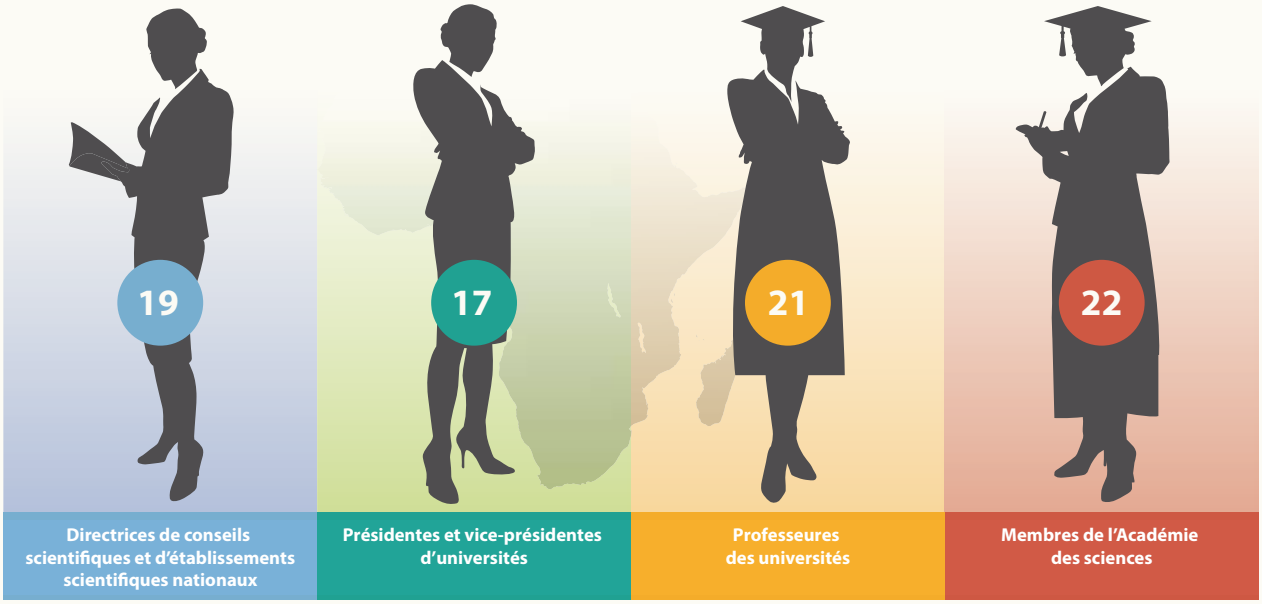
Part des chercheuses dans l'Union européenne

Remarque : Les données se rapportent à l'année disponible la plus récente à partir de 2007. Dans le cas de la Chine, les données portent sur le personnel de R&D plutôt que sur les chercheurs. Au Congo, en Inde et en Israël, les données reposent sur des équivalents temps plein plutôt que sur des personnes physiques.

Source : Estimations de l'Institut de statistique de l'UNESCO, d'après les données tirées de sa base de données, juillet 2015.



Figure 3.3 : **Part des femmes dans certaines institutions sud-africaines, 2011 (%)**



Remarque : Les données relatives à la part de femmes parmi les professeurs des universités portent sur l'année 2009.

Source : ASSAf (2011).

pairs, dans les comités de rédaction et les conseils de recherche. Une étude réalisée auprès de dix revues très respectées dans différents domaines (biologie de l'environnement, gestion des ressources naturelles et sciences végétales) a examiné le nombre de femmes faisant partie des rédacteurs et des comités de rédaction entre 1985 et 2013. Les résultats ont démontré que les femmes représentaient 16 % des rédacteurs, 14 % des rédacteurs en chef adjoints et 12 % des rédacteurs en chef (Cho *et al.*, 2014).

TENDANCES EN MATIÈRE D'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR

La balance penche en faveur des étudiantes

L'absence de femmes aux plus hauts échelons de la sphère scientifique et décisionnelle associée est surprenante, compte tenu des avancées réalisées en matière de parité entre les sexes à tous les niveaux de l'enseignement au cours des dernières décennies. La balance penche même dans l'autre sens : on constate aujourd'hui un déséquilibre global en faveur des étudiantes, bien que cela ne soit pas le cas dans toutes les régions. Les étudiantes sont majoritaires dans les universités d'Amérique du Nord (57 %) et d'Amérique centrale et du Sud (49-67 %). Ces chiffres sont encore plus élevés dans les Caraïbes[2] (57-85 %). La tendance est similaire en Europe et en Asie de l'Ouest, à l'exception notable de la Suisse et de la Turquie, où les filles représentent environ 40 % des effectifs inscrits dans l'enseignement supérieur, et du Liechtenstein (environ 21 %). On observe la même tendance à la parité dans la plupart des États arabes, sauf en Iraq, en Mauritanie et au Yémen, où le pourcentage d'étudiantes est compris entre 20 et 30 % environ. Les données relatives au Maroc font état d'un schéma cyclique depuis 2000, mais d'une hausse générale atteignant 47 % en 2010.

2. Antigua-et-Barbuda, la Barbade, Cuba, la Jamaïque et la République dominicaine.

En Afrique subsaharienne, les chiffres sont nettement plus bas, ce qui reflète un déséquilibre entre les sexes à tous les niveaux de la sphère éducative (voir chapitres 18 à 20). La part des femmes diplômées de l'enseignement supérieur varie d'une dizaine de pour cent à plus de la moitié des étudiants, comme en Namibie (58 %) et en Afrique du Sud (60 %). La représentation des femmes a considérablement chuté au Swaziland, passant de 55 % en 2005 à 39 % en 2013. En Asie du Sud, la participation des femmes dans l'enseignement supérieur reste faible, à l'exception notable de Sri Lanka (61 %).

Dans l'ensemble, les femmes ont davantage tendance à suivre des études supérieures dans les pays dont le revenu national est relativement élevé. Les ratios femmes/hommes les plus bas concernent généralement des pays à revenu faible, qui se trouvent pour la plupart en Afrique subsaharienne, comme l'Érythrée (33 %), l'Éthiopie (31 %), la Guinée (30 %) et le Niger (28 %). En République centrafricaine et au Tchad, les étudiants sont 2,5 fois plus nombreux que les étudiantes (tableau 19.4). On observe néanmoins quelques exceptions notables parmi les 31 pays à revenu faible : les Comores (46 %), Madagascar (49 %) et le Népal (48 %).

Dans d'autres régions, la même tendance se dégage dans les pays où le PIB par habitant est relativement faible, mais elle semble toutefois décliner. En Asie, les étudiantes font face à des disparités considérables en Afghanistan (part des femmes dans l'enseignement supérieur : 24 %), au Tadjikistan (38 %) et au Turkménistan (39 %), mais la situation s'est nettement améliorée ces dernières années au Cambodge (38 % en 2011) et au Bangladesh (41 % en 2012). Dans les États arabes, le Yémen affiche le taux de participation le plus faible (30 %). La part des étudiantes a augmenté à Djibouti et au Maroc, dépassant désormais les 40 %.

La diminution des disparités entre les sexes pourrait être liée à une légère hausse de la richesse nationale. Les pays d'Afrique

subsaharienne présentant des niveaux de richesse plus élevés affichent également des taux de participation dans l'enseignement supérieur plus importants pour les femmes que pour les hommes. Par exemple, les femmes représentent 59 % des étudiants au Cabo Verde, et 54 % en Namibie. Néanmoins, on observe des exceptions notables parmi les pays à revenu élevé[3]. Les hommes restent plus nombreux que les femmes dans l'enseignement supérieur au Japon, au Liechtenstein et en Turquie.

Selon la recherche et les observations empiriques, plusieurs raisons peuvent expliquer la proportion croissante des femmes dans l'enseignement supérieur. L'éducation est perçue comme un moyen de grimper dans l'échelle sociale (Mellström, 2009). Suivre des études supérieures permet de bénéficier d'un meilleur niveau de revenus, même si les femmes doivent avoir à leur actif plus d'années d'études que les hommes pour obtenir un niveau de salaire égal – un schéma observé dans des pays de tous niveaux de revenu. De nombreux pays, comme l'Iran (chapitre 15) et la Malaisie (chapitre 26), sont également soucieux d'accroître leur main-d'œuvre qualifiée, afin de développer une économie du savoir et d'améliorer leur compétitivité sur la scène internationale. La campagne active menée ces dernières décennies par de nombreuses organisations en faveur de l'égalité des sexes pourrait également expliquer ce phénomène.

TENDANCES EN MATIÈRE D'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR SCIENTIFIQUE

La majorité des diplômés dans le secteur de la santé sont des femmes

Bien que les femmes diplômées de l'enseignement supérieur soient généralement plus nombreuses que leurs homologues masculins (avec des différences aux niveaux national et régional), ce n'est pas forcément vrai quand les données sont ventilées par domaine (sciences, ingénierie, agriculture et santé)[4]. On observe toutefois un point positif : la part des diplômées dans les domaines scientifiques augmente. Cette tendance est particulièrement marquée depuis 2001 dans tous les pays en développement, à l'exception de l'Amérique latine et des Caraïbes, où la participation des femmes était déjà importante.

La présence des femmes varie selon le domaine d'étude. Elles dominent désormais le secteur général de la santé et des affaires sociales dans la plupart des pays et des régions, mais pas les autres domaines scientifiques ; elles sont par exemple moins susceptibles d'être diplômées en sciences de l'ingénieur. Il existe néanmoins des exceptions. À Oman, par exemple, les femmes représentent 53 % des diplômés en ingénierie (tableau 3.2). Elles sont par ailleurs en minorité dans le domaine de la santé et des affaires sociales dans quatre pays d'Afrique subsaharienne[5] et dans deux pays d'Asie : le Bangladesh (33 %) et le Viet Nam (42 %).

Les sciences sont le deuxième domaine où les femmes sont les plus présentes. Même si les chiffres ne sont pas aussi élevés que dans le secteur de la santé et des affaires sociales, la proportion de femmes étudiant des matières scientifiques est égale à celle des hommes ou légèrement supérieure, principalement dans de nombreux États arabes et pays d'Amérique latine. Dans les 10 pays d'Amérique latine et des Caraïbes pour lesquels des données sont disponibles, les femmes représentent 45 % ou plus des diplômés de l'enseignement supérieur en sciences. Elles représentent plus de la moitié des diplômés au Panama, en République dominicaine, à la Trinité-et-Tobago (où le nombre total de diplômés est très faible) et au Venezuela. Au Guatemala, 75 % des diplômés en sciences sont des femmes. Sur les 18 États arabes, 11 affichent également une majorité de diplômées dans les matières scientifiques[6]. Les pays d'Asie du Sud pour lesquels des données sont disponibles (le Bangladesh et Sri Lanka) présentent des moyennes de 40-50 %, tandis que certains pays d'Asie de l'Est et du Sud-Est affichent des pourcentages de 52 % ou plus : le Brunéi Darussalam (66 %), la Malaisie (62 %), le Myanmar (65 %) et les Philippines (52 %). En revanche, la part des diplômées en sciences est plus faible au Cambodge (11 %), au Japon (26 %) et en République de Corée (39 %).

En Europe et en Amérique du Nord, le taux de femmes diplômées varie de 55 % en Italie, au Portugal et en Roumanie, à 26 % à peine aux Pays-Bas, suivis par Malte et la Suisse (29 % et 30 %, respectivement). La majorité des pays se situe dans la tranche 30-46 %.

Des tendances intéressantes se dégagent à l'intérieur du domaine général des sciences. Systématiquement, les femmes sont fortement représentées dans les sciences de la vie, où elles constituent souvent plus de la moitié des diplômés. Toutefois, leur représentation est inégale dans les autres spécialités. En Amérique du Nord et dans de nombreux pays d'Europe, on dénombre peu de femmes diplômées en physique, en mathématiques et en informatique, mais dans d'autres régions, la parité entre les sexes est parfois proche en physique ou en mathématiques. Cela pourrait expliquer la diminution du nombre d'étudiantes en sciences dans certains pays ; souvent, une hausse dans l'agriculture ou dans les sciences de l'ingénieur se fait aux dépens des sciences, ce qui témoigne d'une redistribution de la participation féminine plutôt que d'une hausse globale.

Plus de diplômées dans le secteur de l'agriculture

Les tendances dans le domaine de l'agronomie sont particulièrement intéressantes. Partout dans le monde, on constate une progression régulière du nombre de diplômées depuis 2000. Les motifs de cette augmentation sont incertains, mais les observations empiriques suggèrent qu'elle pourrait s'expliquer par l'importance croissante de la sécurité alimentaire au niveau national et de l'industrie alimentaire.

La forte représentation des femmes dans les biotechnologies est une autre explication possible. Par exemple, en Afrique du Sud, les femmes étaient sous-représentées dans le domaine des sciences de l'ingénieur (16 %) en 2004 et des sciences naturelles (16 %) en 2006, mais constituaient 52 % des salariés des entreprises du secteur des biotechnologies.

3. Pays dont le PIB par habitant est supérieur à 10 000 dollars PPA.

4. Dans ce contexte, les sciences englobent les sciences de la vie, les sciences physiques, les mathématiques, les statistiques et l'informatique ; l'ingénierie (ou sciences de l'ingénieur) inclut les secteurs de la production et de la transformation, le bâtiment et l'architecture ; l'agriculture inclut la sylviculture, la pêche et la médecine vétérinaire ; la santé et les affaires sociales englobent la médecine, les soins infirmiers, la médecine dentaire, les technologies médicales, les traitements, la pharmacie et les services sociaux.

5. Bénin, Burundi, Érythrée et Éthiopie.

6. Algérie, Arabie saoudite, Bahreïn, Émirats arabes unis, Palestine, Jordanie, Koweït, Liban, Oman, Qatar et Tunisie.

Tableau 3.2 : **Part des diplômées de l'enseignement supérieur dans quatre filières spécifiques, 2013 ou année la plus proche (%)**

	Année	Sciences	Ingénierie	Agriculture	Santé et affaires sociales
Afrique du Sud	2012	49,1	28,5	48,6	73,7
Albanie	2013	66,1	38,8	41,5	72,7
Algérie	2013	65,4	32,4	56,5	64,6
Angola	2013	36,2	19,3	21,7	63,3
Arabie saoudite	2013	57,2	3,4	29,6	52,0
Argentine	2012	45,1	31,0	43,9	73,8
Autriche	2013	33,3	21,2	55,9	70,8
Bahreïn	2014	66,3	27,6	s.o.	76,8
Bangladesh	2012	44,4	16,6	31,1	33,3
Bélarus	2013	54,4	30,0	29,2	83,8
Bhoutan	2013	25,0	24,9	15,5	52,6
Bosnie-Herzégovine	2013	46,8	37,5	46,9	74,2
Brésil	2012	33,1	29,5	42,3	77,1
Brunéi Darussalam	2013	65,8	41,8	s.o.	85,7
Burkina Faso	2013	18,8	20,6	16,8	45,9
Colombie	2013	41,8	32,1	40,9	72,0
Costa Rica	2013	30,5	33,7	37,4	76,9
Cuba	2013	44,9	28,3	30,0	68,2
Danemark	2013	35,4	35,3	67,4	80,0
Égypte	2013	49,6	25,3	46,6	54,4
El Salvador	2013	59,0	26,6	24,6	78,0
Émirats arabes unis	2013	60,2	31,1	54,1	84,6
Érythrée	2014	35,0	15,8	29,8	26,3
Espagne	2012	38,4	26,8	45,4	75,0
États-Unis	2012	40,1	18,5	48,3	81,5
Ex-Rép. yougoslave de Macédoine	2013	37,6	39,1	48,5	75,3
Finlande	2013	42,5	21,7	57,6	85,1
France	2013	37,8	25,6	50,1	74,4
Géorgie	2013	47,7	23,1	27,5	74,4
Ghana	2013	27,1	18,4	17,2	57,6
Honduras	2013	35,9	37,4	28,3	74,7
Iran	2013	66,2	24,7	41,1	65,1
Kazakhstan	2013	61,5	31,0	43,0	79,8
Kirghizistan	2013	61,3	25,8	27,9	77,1
Koweït	2013	72,2	25,0	s.o.	44,5
Lesotho	2013	54,5	27,5	45,7	78,8
Lettonie	2013	38,7	26,8	48,7	92,3
Lituanie	2013	41,8	21,8	50,9	84,3
Madagascar	2013	32,1	24,2	51,9	74,1
Malaisie	2012	62,0	38,7	54,4	62,9
Mongolie	2013	46,6	37,9	63,0	83,9
Mozambique	2013	35,6	34,4	40,6	47,4
Myanmar	2012	64,9	64,6	51,5	80,7
Népal	2013	28,4	14,0	33,3	57,0
Norvège	2013	35,9	19,6	58,9	83,6
Nouvelle-Zélande	2012	39,1	27,4	69,3	78,1
Oman	2013	75,1	52,7	6,0	37,8
Palestine	2013	58,5	31,3	37,1	56,7
Panama	2012	50,5	35,9	54,0	75,6
Pays-Bas	2012	25,8	20,9	54,5	75,1
Philippines	2013	52,1	29,5	50,7	72,1
Pologne	2012	46,1	36,1	56,4	71,5
Portugal	2013	55,7	32,5	59,9	78,9
Qatar	2013	64,7	27,4	s.o.	72,9
Rép. arabe syrienne	2013	50,9	36,0	45,0	49,5
Rép. de Corée	2013	39,0	24,0	41,1	71,4
Rép. de Moldova	2013	48,9	30,5	28,3	77,6
Rép. dém. pop. lao	2013	39,1	10,6	30,7	59,8
Royaume-Uni	2013	45,7	22,2	64,1	77,3
Rwanda	2012	40,3	19,6	27,3	61,9
Serbie	2013	46,2	35,0	46,5	73,3
Slovaquie	2013	45,6	30,9	50,9	81,9
Slovénie	2012	39,9	24,4	59,1	81,8
Soudan	2013	41,8	31,8	64,3	66,4
Sri Lanka	2013	47,4	22,4	57,4	58,1
Suède	2012	40,6	28,9	63,1	82,0
Suisse	2013	31,8	14,0	30,1	74,4
Swaziland	2013	31,6	15,2	42,8	60,4
Tunisie	2013	63,8	41,1	69,9	77,5
Turquie	2012	48,2	24,8	45,0	63,4
Ukraine	2013	49,6	26,2	34,1	80,6
Viet Nam	2013	s.o.	31,0	36,7	42,3
Zimbabwe	2013	47,7	21,4	40,3	50,0

s.o. = sans objet. *Remarque :* L'ingénierie inclut l'industrie manufacturière et le bâtiment. Les données les plus anciennes remontent à 2012.

Source : Institut de statistique de l'UNESCO, août 2015.

Parallèlement, dans les pays en développement, les femmes sont faiblement représentées dans les services de vulgarisation agricole. Une meilleure compréhension de l'incursion des femmes dans ce secteur et de leur parcours professionnel pourrait fournir quelques indications sur les obstacles et les opportunités qui se présentent à elles dans les autres domaines scientifiques.

Une présence très faible dans l'ingénierie

Systématiquement, les femmes sont moins représentées dans le secteur de l'ingénierie, de l'industrie manufacturière et du bâtiment. Dans de nombreux cas, les sciences de l'ingénieur ont perdu du terrain par rapport aux autres domaines scientifiques, notamment l'agriculture. Toutefois, on observe des exceptions au niveau régional : la part des femmes titulaires d'un diplôme d'ingénieur augmente en Afrique subsaharienne, dans les États arabes et dans plusieurs pays d'Asie. Sur les 13 pays d'Afrique subsaharienne pour lesquels des données sont disponibles, 7 affichent une augmentation considérable (plus de 5 %) du nombre de femmes ingénieurs depuis 2000[7]. Cependant, les femmes représentent toujours moins de 20 % des diplômés en sciences de l'ingénieur, sauf au Libéria et au Mozambique. Ce pourcentage est stable ou en hausse dans 4 États arabes pour lesquels des données sont disponibles sur 7[8] ; les scores les plus élevés concernent les Émirats arabes unis et la Palestine (31 %), l'Algérie (31 %) et Oman, avec un étonnant 53 %. Certains pays asiatiques affichent des taux similaires : 31 % au Viet Nam, 39 % en Malaisie et 42 % au Brunéi Darussalam.

En revanche, les chiffres sont généralement faibles en Europe et en Amérique du Nord : 19 % en Allemagne, au Canada et aux États-Unis, et 22 % en Finlande, par exemple. On observe toutefois quelques exceptions : à Chypre, 50 % des diplômés en sciences de l'ingénieur sont des femmes, et 38 % au Danemark.

Moins de diplômées dans l'informatique

L'analyse du secteur de l'informatique montre une diminution régulière du nombre de diplômées depuis 2000, en particulier dans les pays à revenu élevé. En Europe, deux pays font exception : le Danemark, où le pourcentage de diplômées est passé de 15 % à 24 % entre 2000 et 2012, et l'Allemagne, où il est passé de 10 % à 17 %, mais ces taux restent néanmoins très faibles. En Turquie, la proportion de femmes diplômées en informatique a augmenté, passant d'un score relativement élevé de 29 % à 33 %. Au cours de la même période, elle a diminué en Australie, aux États-Unis, en Nouvelle-Zélande et en République de Corée. La situation est particulièrement inquiétante en Amérique latine et aux Caraïbes : dans tous les pays pour lesquels des données sont disponibles, la proportion de femmes diplômées en informatique a chuté de 2 à 13 points de pourcentage.

Cette observation devrait être un signal d'alarme : la participation des femmes diminue dans un secteur en plein essor à l'échelle mondiale, qui occupe une place de plus en plus importante dans l'économie nationale et qui intervient dans tous les aspects de notre vie quotidienne. Pourrait-il s'agir d'un symptôme du phénomène selon lequel « les femmes sont les premières embauchées et les premières licenciées » ? En d'autres termes, sont-elles renvoyées une fois que les entreprises bénéficient d'un certain prestige et augmentent la rémunération de leur personnel, ou quand elles rencontrent des difficultés financières ?

7. Bénin, Burundi, Érythrée, Éthiopie, Madagascar, Mozambique et Namibie.

8. Arabie saoudite, Palestine, Maroc et Oman.

Les femmes ingénieurs sont estimées en Malaisie et en Inde

Il existe cependant des exceptions. En Malaisie, le secteur des technologies de l'information est composé à parts égales d'hommes et de femmes, et un grand nombre d'entre elles travaillent comme professeur d'université et dans le secteur privé. Deux tendances historiques expliquent ce phénomène : la prédominance des femmes dans l'industrie électronique malaise, précurseur de l'industrie des technologies de l'information ; et les efforts nationaux visant à créer une culture « panmalaise » dépassant les clivages entre les trois groupes ethniques du pays (Indiens, Chinois et Malais). Le gouvernement fournit une aide en matière d'éducation à ces trois groupes, sur la base de quotas ; étant donné que peu de Malais sont intéressés par le secteur des technologies de l'information, cela laisse une plus grande place aux femmes. De plus, les familles soutiennent généralement l'entrée de leurs filles dans ce secteur prestigieux et très rémunérateur, qui offre des perspectives d'ascension sociale (Mellström, 2009).

En Inde, l'augmentation considérable du nombre de femmes diplômées du premier cycle universitaire en sciences de l'ingénieur pourrait indiquer un changement d'attitude à l'égard de cette spécialité dans ce pays, habituellement perçue comme un secteur « masculin ». Il s'agit également d'un domaine digne d'intérêt pour les parents, puisque leurs filles seront assurées de trouver du travail dans ce secteur en plein essor et de faire un bon mariage. En outre, cette hausse peut s'expliquer par deux autres facteurs : tout d'abord l'image « favorable » dont jouit l'ingénierie par rapport à l'informatique, et ensuite la facilité de suivre des études dans ce secteur grâce à l'augmentation du nombre d'écoles d'ingénieur destinées aux femmes[9] au cours des 20 dernières années (Gupta, 2012).

TENDANCES RÉGIONALES

L'Amérique latine, championne du monde de la participation féminine

L'Amérique latine affiche certains des taux les plus élevés au monde en ce qui concerne la participation des femmes dans les filières d'études scientifiques ; avec les Caraïbes, c'est également la région qui compte l'une des plus fortes proportions de chercheuses (44 %). Sur les 12 pays pour lesquels des données sont disponibles sur la période 2010-2013, 7 ont atteint la parité entre les sexes, quand les femmes ne dominent tout simplement pas le secteur de la recherche : la Bolivie (63 %), le Venezuela (56 %), l'Argentine (53 %), le Paraguay (52 %), l'Uruguay (49 %), le Brésil (48 %) et le Guatemala (45 %). Le Costa Rica se trouve juste derrière avec 43 %. Parmi les pays pour lesquels il existe des données récentes, c'est le Chili qui affiche le score le plus faible (31 %). Une tendance similaire se dégage aux Caraïbes, où l'objectif de la parité entre les sexes est atteint à Cuba (47 %) et en très bonne voie à la Trinité-et-Tobago (44 %).

Cette dynamique change quelque peu lorsque l'on examine les différents domaines scientifiques. Comme dans la plupart des autres régions, la grande majorité des diplômés du secteur de la santé sont des femmes (60-85 %). Elles sont également fortement représentées dans le domaine des sciences. En Amérique latine, plus de 40 % des diplômés en sciences sont des femmes dans les pays suivants : Argentine, Colombie, El Salvador, Équateur, Mexique,

9. Quinze écoles d'ingénieur destinées aux femmes ont ouvert en Inde depuis 1991.

Panama et Uruguay. La tendance est similaire aux Caraïbes : les diplômées en sciences sont aussi, voire plus nombreuses que les hommes à la Barbade, à Cuba, en République dominicaine et à la Trinité-et-Tobago. Dans le secteur de l'ingénierie, les femmes représentent plus de 30 % des diplômés dans sept pays d'Amérique latine[10] et dans un pays des Caraïbes (la République dominicaine). On observe toutefois une baisse du nombre de diplômées dans ce secteur en Argentine, au Chili et au Honduras.

Malheureusement, la présence des femmes dans le domaine des sciences n'a cessé de diminuer au cours des 10 dernières années. On observe cette tendance dans tous les secteurs des grandes économies : l'Argentine, le Brésil, le Chili et la Colombie. Le Mexique fait exception, une légère hausse ayant été constatée. Dans ces pays, cette baisse pourrait être en partie imputable au fait que les femmes privilégient désormais l'agronomie.

Une autre tendance négative a été observée : la baisse du nombre de femmes inscrites en doctorat et au sein de la population active. La majorité des pays pour lesquels des données sont disponibles font état d'une baisse significative de 10 à 20 points de pourcentage en ce qui concerne la transition entre le diplôme de maîtrise et le doctorat, une tendance qui ne présage rien de bon pour les employeurs.

Malgré la forte participation des femmes dans le secteur de la science et de la technologie, les attitudes et les pratiques institutionnelles qui dévalorisent les capacités des femmes persistent en Amérique latine. Par exemple, une étude réalisée en Amérique latine dans le secteur des logiciels et des services d'information a révélé qu'un plafond de verre subsistait, avec des disparités considérables entre les sexes au niveau des postes de direction et des conseils d'administration. Des études nationales menées dans la région en ce qui concerne la représentation des femmes dans le monde scientifique font état d'obstacles liés à l'équilibre entre vie professionnelle et vie privée ; elles signalent également une situation défavorable pour les femmes évoluant dans les domaines de la science et de la recherche, qui doivent à la fois s'occuper du foyer et travailler à temps plein, voire effectuer des heures supplémentaires au même titre que les hommes (CEPALC, 2014 ; Bonder, 2015).

Parité entre les sexes en Europe de l'Est et en Asie centrale

La plupart des pays d'Europe de l'Est et d'Asie centrale et de l'Ouest ont atteint la parité entre les sexes dans le secteur de la recherche (Arménie, Azerbaïdjan, Géorgie, Kazakhstan, Mongolie et Ukraine) ou sont en passe de le faire (Kirghizistan et Ouzbékistan). La même tendance se dégage dans l'enseignement supérieur, avec quelques exceptions dans les sciences de l'ingénieur et l'informatique. Malgré une baisse observée ces 10 dernières années au Bélarus et au sein de la Fédération de Russie, les femmes représentaient tout de même 41 % des chercheurs en 2013 dans ces deux pays.

Un chercheur sur trois est une femme en Turquie (36 %) et au Tadjikistan (34 %). Les taux de participation sont plus faibles en Iran (26 %) et en Israël (21 %), bien que dans ce pays les femmes représentent 28 % du personnel universitaire de haut niveau. À l'université, les Israéliennes dominent les sciences médicales (63 %), mais une minorité seulement étudie les sciences de l'ingénieur (14 %), les sciences physiques (11 %), les mathématiques et l'informatique (10 %) [voir chapitre 16].

10. Argentine, Colombie, Costa Rica, Honduras, Panama, Uruguay.

L'Iran connaît une évolution intéressante. Alors que la proportion de femmes titulaires d'un doctorat dans le secteur de la santé est restée stable entre 2007 et 2012 (38-39 %), elle a augmenté dans les trois autres grands domaines. La progression la plus spectaculaire concerne l'agronomie, où le pourcentage de femmes titulaires d'un doctorat est passé de 4 % à 33 %, mais on observe également une nette augmentation dans les sciences (de 28 % à 39 %) et l'ingénierie (de 8 % à 16 %) [voir figure 15.3].

Europe du Sud-Est : l'héritage de la parité

À l'exception de la Grèce, tous les pays d'Europe du Sud-Est faisaient autrefois partie du bloc soviétique. Dans ces pays, environ 49 % des chercheurs sont des femmes (contre 37 % en Grèce en 2011). Cette proportion élevée est considérée comme un héritage des investissements constants en faveur de l'éducation réalisés par les gouvernements socialistes au pouvoir jusqu'au début des années 1990, y compris dans l'ex-Yougoslavie. En outre, la participation des chercheuses reste stable ou augmente dans une grande partie de la région, et leur représentation est globalement paritaire dans le secteur public, le secteur privé, l'enseignement supérieur et le secteur à but non lucratif.

Dans la plupart des pays, on compte généralement autant de femmes que d'hommes diplômés de l'enseignement supérieur en sciences. Entre 70 % et 85 % des diplômés sont des femmes dans le secteur de la santé, moins de 40 % dans l'agriculture et entre 20 % et 30 % dans l'ingénierie. On a observé en Albanie une hausse considérable de la proportion de femmes diplômées en sciences de l'ingénieur et en agronomie.

L'Union européenne marquée par l'augmentation la plus rapide au monde du nombre de chercheuses

Les femmes représentent 33 % des chercheurs dans l'UE, un chiffre légèrement supérieur à leur représentation dans le monde scientifique (32 %). Le nombre de chercheuses s'élève à 40 % dans l'enseignement supérieur, à 40 % dans le secteur public et à 19 % dans le secteur privé ; en outre, ce nombre augmente plus rapidement que celui de leurs homologues masculins. Ces 10 dernières années, la proportion de chercheuses a augmenté plus rapidement que celle des chercheurs (5,1 % par an sur la période 2002-2009, contre 3,3 % pour les hommes), ce qui est également le cas de leur participation dans la science et l'ingénierie (jusqu'à 5,4 % d'augmentation par an entre 2002 et 2010, contre 3,1 % pour les hommes).

Malgré ces avancées, la carrière universitaire des femmes en Europe reste marquée par une forte ségrégation horizontale et verticale. En 2010, bien que la proportion d'étudiantes (55 %) et de diplômées (59 %) dépassait celle de leurs homologues masculins, ces derniers étaient plus nombreux au niveau du doctorat et du troisième cycle (quoique d'une faible majorité). Par ailleurs, dans le secteur de la recherche, les femmes représentaient 44 % du personnel universitaire de grade C, 37 % des effectifs de grade B et 20 % de ceux de grade A[11]. Cette tendance est encore plus flagrante en sciences, où les femmes représentent 31 % des étudiants de l'enseignement supérieur, 38 % des doctorants et 35 % des titulaires d'un doctorat. Au niveau du corps enseignant,

11. Le grade A correspond au grade/poste le plus élevé dans le secteur de la recherche ; les chercheurs appartenant au grade B occupent un poste de niveau intermédiaire ; le grade C correspond au premier grade/poste auquel les nouveaux titulaires d'un doctorat sont en principe recrutés (Commission européenne, 2013).

elles représentent 32 % du personnel universitaire de grade C, 23 % des effectifs de grade B et 11 % de ceux de grade A. C'est dans le domaine de l'ingénierie et des technologies que la proportion de femmes parmi les professeurs des universités est la plus faible (7,9 %). En ce qui concerne leur représentation aux niveaux décisionnels de la sphère scientifique, 15,5 % des dirigeants d'institutions d'enseignement supérieur et 10 % des présidents d'universités étaient des femmes en 2010. En outre, les conseils scientifiques restent majoritairement masculins, les femmes représentant seulement 36 % des membres.

L'UE a entrepris de nombreux efforts en vue d'intégrer les chercheuses et la question de l'égalité des sexes à sa stratégie pour la recherche et l'innovation depuis le milieu des années 2000. L'augmentation de la représentation des femmes dans tous les domaines scientifiques dénote un certain succès en la matière ; néanmoins, l'absence persistante de femmes aux postes universitaires et de direction les plus élevés et aux niveaux décisionnels de la sphère scientifique prouve qu'il reste encore beaucoup à faire. L'UE cherche à remédier à ce problème à travers une stratégie en faveur de l'égalité des sexes et un mandat transversal dans le cadre d'Horizon 2020, son programme de financement de la recherche et de l'innovation pour la période 2014-2020.

Des données insuffisantes dans d'autres pays à revenu élevé

En Australie, aux États-Unis et en Nouvelle-Zélande, les femmes représentent la grande majorité des diplômés du secteur de la santé, mais aussi de l'agriculture dans le dernier cas. En Australie et aux États-Unis, on observe une progression modeste de la part des diplômées dans ces deux domaines : de 43 à 46 % dans l'agriculture et de 76 à 77 % dans le secteur de la santé en Australie, et de 47,5 à 48 % dans l'agriculture et de 79 à 81 % dans le secteur de la santé aux États-Unis. Dans ces deux pays, à peine un diplômé en sciences de l'ingénieur sur cinq est une femme, une situation qui n'a pas changé depuis dix ans. En Nouvelle-Zélande, la proportion de femmes parmi les diplômés en agronomie a bondi entre 2000 et 2012, passant de 39 % à 70 %, mais a reculé en sciences (de 43 à 39 %), en ingénierie (de 33 à 27 %) et dans le domaine de la santé (de 80 à 78 %). En ce qui concerne le Canada, aucune donnée ventilée par sexe relative aux femmes diplômées en sciences et en ingénierie n'est disponible. Par ailleurs, aucun des quatre pays énumérés dans ce paragraphe n'a publié de données récentes sur la proportion de chercheuses.

L'Asie du Sud affiche les plus faibles taux de participation féminine

L'Asie du Sud est la région où la proportion de chercheuses est la plus faible : 17 %, soit 13 points de moins que pour l'Afrique subsaharienne. Parmi tous les pays d'Asie du Sud pour lesquels des données sont disponibles, le Népal est celui où la représentation des femmes est la plus faible avec 8 % (en 2010), alors qu'elle s'élevait à 15 % en 2002. En Inde, le pays le plus peuplé de la région, seuls 14 % des chercheurs sont des femmes. C'est à Sri Lanka que le pourcentage de chercheuses est le plus élevé, malgré un certain recul (37 % en 2010 contre 42 % en 2006). Le Pakistan, quant à lui, rattrape progressivement son retard (20 % en 2013) [voir figure 21.7].

En examinant la répartition de la population active de chercheurs, on constate que c'est dans le secteur privé à but non lucratif que les femmes sont surtout présentes ; elles constituent notamment 60 % des employés à Sri Lanka. Vient ensuite le secteur universitaire, avec 30 % de chercheuses au Pakistan et 42 % à Sri Lanka. Les femmes sont généralement moins présentes dans le secteur public et encore moins susceptibles d'être employées dans le secteur des entreprises, puisqu'elles représentent 23 % des salariés à Sri Lanka et à peine 5 % au Népal (figure 3.4).

Sri Lanka et le Bangladesh ont atteint la parité entre les sexes en sciences, mais les femmes sont moins susceptibles d'entreprendre une carrière de chercheuse dans l'ingénierie : elles représentent 17 % des effectifs de recherche au Bangladesh, et 29 % à Sri Lanka. Conformément à la tendance mondiale, de nombreuses Sri-Lankaises ont opté pour une carrière dans l'agronomie (54 %). Elles ont également atteint la parité dans le secteur de la santé et des affaires sociales. Au Bangladesh, un peu plus de 30 % seulement choisissent l'agronomie et la santé, ce qui va à l'encontre de la tendance mondiale. Bien qu'il reste encore des progrès à faire dans ce pays, la part des femmes dans chacun des domaines scientifiques a augmenté régulièrement ces 10 dernières années.

La parité entre les sexes souvent atteinte en Asie du Sud-Est

La situation est totalement différente en Asie du Sud-Est, où les femmes sont sur un pied d'égalité avec les hommes dans certains pays : elles représentent par exemple 52 % des chercheurs aux Philippines et en Thaïlande. D'autres pays sont proches de la parité, notamment la Malaisie et le Viet Nam, mais l'Indonésie et Singapour affichent toujours un pourcentage d'environ 30 %. Le Cambodge accuse un certain retard par rapport à ses voisins (20 %). Les chercheuses de la région sont réparties assez équitablement entre les différents secteurs, à l'exception du secteur privé, où elles représentent 30 % des chercheurs ou moins dans la plupart des pays.

La proportion de femmes diplômées de l'enseignement supérieur reflète ces tendances, avec un pourcentage élevé d'étudiantes en sciences au Brunéi Darussalam, en Malaisie, au Myanmar et aux Philippines (environ 60 %), mais très faible au Cambodge (10 %). Les femmes constituent la majorité des diplômés en sciences de la santé, avec des pourcentages compris entre 60 % en République démocratique populaire lao et 81 % au Myanmar. Le Viet Nam fait exception avec 42 %. Les diplômées sont aussi nombreuses que les diplômés dans l'agriculture, mais moins présentes dans l'ingénierie : 39 % en Malaisie, 30 % aux Philippines et 31 % au Viet Nam. Le Myanmar fait exception avec 65 %.

En République de Corée, les femmes représentent près de 40 % des diplômés en sciences et en agronomie, et 71 % des diplômés en sciences de la santé, mais on compte seulement 18 % de chercheuses en général. Ceci représente une réelle perte d'investissement dans les compétences des filles et des femmes diplômées, qui découle du rôle traditionnellement dévolu aux femmes dans la sphère sociale et familiale. Kim et Moon (2011) ont remarqué que les Coréennes avaient tendance à se retirer de la vie active pour s'occuper de leurs enfants et assumer leurs responsabilités familiales, un phénomène qu'ils qualifient de « fuite des cerveaux domestique ».

Au Japon, les femmes restent très minoritaires dans le domaine des sciences, bien que la situation s'améliore lentement (15 % en 2013 contre 13 % en 2008) depuis qu'en 2006, le gouvernement a fixé un objectif de 25 % de chercheuses (voir chapitre 24). En s'appuyant sur le nombre actuel de doctorants, le gouvernement

espère obtenir une part de 20 % de femmes en sciences, de 15 % en ingénierie et de 30 % dans l'agriculture et la santé d'ici la fin de l'actuel *Plan de base pour la science et la technologie*, prévue en 2016. Aujourd'hui, les chercheuses japonaises sont surtout présentes dans le secteur public, en particulier dans les domaines de la santé et de l'agriculture, où elles représentent 29 % des universitaires et 20 % des chercheurs d'État (voir figure 24.5). L'un des principaux axes d'*Abenomics*, la stratégie actuelle de croissance du Japon, vise à améliorer le rôle socioéconomique des femmes. Par conséquent, les critères de sélection des boursiers dans les principales universités tiennent désormais compte de la proportion de femmes parmi les enseignants et les chercheurs (chapitre 24).

États arabes : une part élevée d'étudiantes

La part des chercheuses dans les États arabes, qui s'élève à 37 %, n'est pas en reste par rapport aux autres régions. Les pays présentant la plus forte proportion de chercheuses sont Bahreïn et le Soudan (environ 40 %). En Palestine, en Jordanie, en Libye, à Oman et au Qatar, la part des chercheuses s'élève à un peu plus de 20 %. Le pays affichant la plus faible participation féminine dans la recherche est l'Arabie saoudite, bien que les femmes représentent la majorité des diplômés de l'enseignement supérieur. Toutefois, le chiffre de 1,4 % ne porte que sur la Cité Roi Abdulaziz pour la science et la technologie.

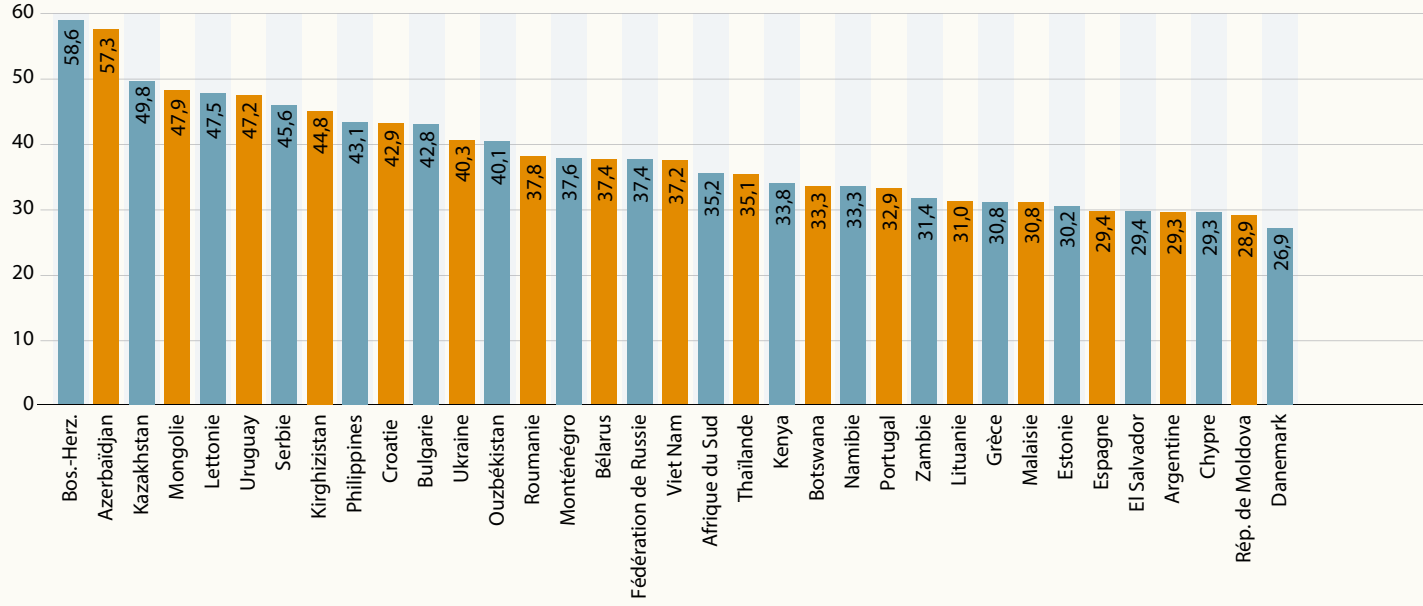
Dans cette région, les chercheuses sont principalement employées dans les instituts de recherche publics, mais certains pays présentent également une forte participation des femmes au sein des organismes privés à but non lucratif et des universités. En revanche, dans le secteur des entreprises, moins d'un chercheur sur quatre est une femme, sauf au Soudan (40 %) et en Palestine (35 %) ; dans la moitié des pays pour lesquels des données sont disponibles, presque aucune femme ne travaille dans ce secteur.

Malgré ces chiffres contrastés, le pourcentage de diplômées de l'enseignement supérieur en sciences et en ingénierie reste très élevé dans toute la région, ce qui dénote une baisse significative de la participation des femmes entre l'obtention du diplôme et le monde du travail et de la recherche. Les femmes représentent la moitié ou plus des diplômés en sciences dans tous les pays sauf le Soudan, et plus de 45 % des diplômés dans l'agriculture dans 8 des 15 pays pour lesquels des données sont disponibles[12]. Dans l'ingénierie, les femmes représentent plus de 70 % des diplômés à Oman, et entre 25 et 38 % des diplômés dans la majorité des autres pays, ce qui est élevé par rapport aux autres régions. Curieusement, la participation des femmes dans le domaine de la santé s'avère un peu plus faible que dans les autres régions, peut-être en raison des normes culturelles limitant les interactions entre les hommes et les femmes. L'Iraq et Oman affichent les pourcentages les plus faibles (environ 35 %), tandis que l'Arabie saoudite, la Palestine, l'Iran, la Jordanie et le Koweït ont atteint la parité entre les sexes dans ce domaine. Bahreïn et les Émirats arabes unis présentent les taux les plus élevés : 83 % et 84 %.

Pourquoi observe-t-on une proportion si élevée d'étudiantes en ingénierie dans cette région ? Le cas des Émirats arabes unis nous éclaire quelque peu à ce sujet. Le gouvernement, reconnaissant la nécessité de constituer un capital humain solide dans le domaine des sciences, des technologies et de l'ingénierie, s'est fixé comme priorité de développer une économie du savoir. Il s'inquiète en outre du faible pourcentage de citoyens émiriens employés dans les secteurs clés, car à peine 1 % de la population active est de nationalité émirienne (voir chapitre 17). Par conséquent, le gouvernement a instauré des politiques encourageant la formation et l'emploi des Émiriens, ainsi qu'une plus grande participation des Émiriennes à la vie active. Les étudiantes émiriennes en ingénierie expliquent que plusieurs raisons les poussent à poursuivre une carrière dans cette branche : l'autonomie financière qu'elles peuvent

12. Algérie, Égypte, Émirats arabes unis, Jordanie, Liban, République arabe syrienne, Soudan et Tunisie.

Figure 3.4 : **Part des femmes parmi les chercheurs employés dans le secteur des entreprises, 2013 ou année la plus proche (%)**



Remarque : Les données portent sur des personnes physiques. Les données les plus anciennes concernent Israël et les Philippines (2007), l'Iran, le Lesotho et la Zambie (2008), ainsi que la Thaïlande (2009).

Source : Institut de statistique de l'UNESCO, août 2015.

acquérir, le statut social élevé que confère ce domaine, la possibilité de prendre part à des projets créatifs et ambitieux, et les nombreuses perspectives de carrière.

Mais une fois leur diplôme en poche, les femmes scientifiques et ingénieurs du monde arabe peuvent avoir des difficultés à trouver un emploi rémunérateur. Ceci est dû au décalage entre les programmes universitaires et les exigences du marché du travail (un phénomène qui touche également les hommes), à la méconnaissance des implications d'une carrière dans la spécialité choisie, aux préjugés familiaux sur le fait de travailler dans un environnement mixte, ainsi qu'à un manque d'exemples et de modèles féminins (Samulewicz *et al.*, 2012 ; voir également le chapitre 17).

L'Arabie saoudite, qui est l'un des pays où la participation des femmes à la population active est la plus faible, développe actuellement des programmes d'éducation technique et professionnelle destinés aux filles, dans le cadre d'un projet visant à réduire sa dépendance à l'égard des travailleurs étrangers. D'ici 2017, la Corporation saoudienne de la formation technique et professionnelle devrait construire 50 lycées techniques, 50 instituts techniques supérieurs pour filles et 180 instituts industriels secondaires. L'objectif est d'offrir des stages de formation à environ 500 000 étudiants, dont une moitié de filles. Les garçons comme les filles se formeront à un métier dans des domaines tels que les technologies de l'information, la manipulation d'équipements médicaux, la plomberie, l'électricité et la mécanique (voir chapitre 17).

Afrique subsaharienne : de nettes avancées

En Afrique subsaharienne, un peu moins d'un chercheur sur trois (30 %) est une femme. Dans de nombreux pays de la région, on observe une nette augmentation de la part des femmes parmi les diplômés de l'enseignement supérieur dans les filières scientifiques. Dans deux des quatre pays où la représentation des femmes dans le domaine des sciences est la plus élevée, les diplômées font partie de très petits effectifs : elles représentent 54 % des 47 diplômés en sciences au Lesotho et 60 % des 149 diplômés en Namibie. L'Afrique du Sud et le Zimbabwe, qui comptent davantage d'étudiants diplômés en sciences, ont atteint la parité, avec respectivement 49 % et 47 % de diplômées. Dans le groupe suivant, composé de sept pays, les femmes représentent environ 35 à 40 % des diplômés[13] tandis que dans les autres pays ce pourcentage se situe autour de 30 % ou moins[14]. Le Burkina Faso affiche le chiffre le plus bas : les femmes représentent 18 % des diplômés en sciences dans ce pays.

La représentation des femmes dans l'ingénierie est relativement élevée en Afrique subsaharienne par rapport à d'autres régions. En Afrique du Sud et au Mozambique, par exemple, les femmes représentent respectivement 28 % et 34 % des diplômés en ingénierie. Le nombre de diplômées en agronomie est en constante progression sur tout le continent ; dans huit pays, la part des diplômées s'élève à 40 % ou plus[15]. Dans le domaine de la santé, ce taux est compris entre 26 % et 27 % au Bénin et en Érythrée, et 94 % en Namibie.

ENJEUX POLITIQUES

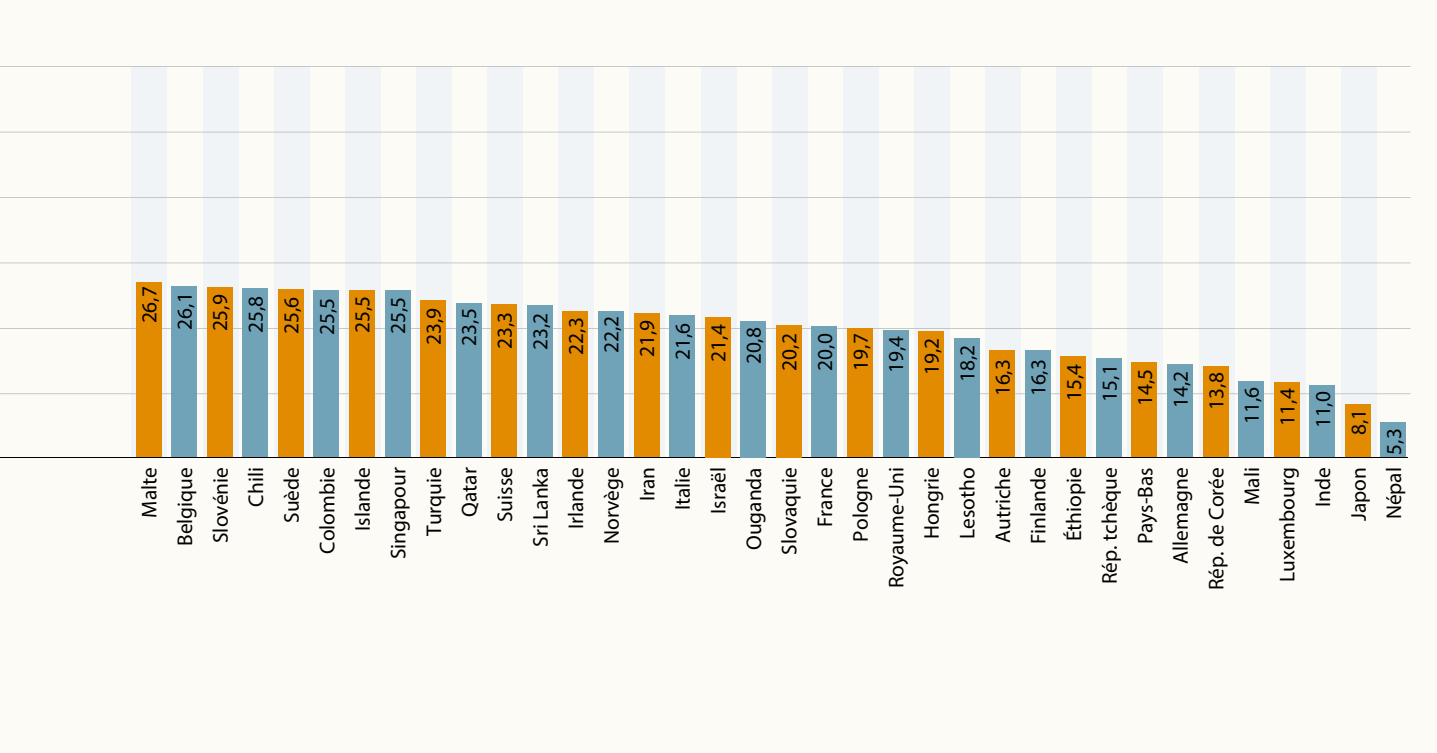
Un « effet de génération » persistant malgré des avancées

Dans une grande partie du monde, on observe des avancées concrètes en ce qui concerne la proportion d'étudiantes dans les filières scientifiques ; en outre, la participation des femmes à l'enseignement supérieur se développe au-delà des sciences de la santé et des sciences de la vie. On observe également des progrès en ce qui concerne la reconnaissance des femmes scientifiques aux niveaux national, régional et international. L'Union africaine décerne par exemple des prix aux femmes scientifiques (voir chapitre 18), et au cours des cinq dernières années, cinq prix Nobel ont été

13. Angola, Burundi, Érythrée, Libéria, Madagascar, Mozambique et Rwanda.

14. Bénin, Éthiopie, Ghana, Ouganda et Swaziland.

15. Afrique du Sud, Lesotho, Madagascar, Mozambique, Namibie, Sierra Leone, Swaziland et Zimbabwe.



remis à des femmes en récompense de leur travail en médecine, en physiologie et en chimie[16]. En 2014, l'Iranienne Maryam Mirzakhani est devenue la première femme à recevoir la prestigieuse médaille Fields décernée par l'Union mathématique internationale.

Cependant, les données montrent également que l'égalité des sexes dans le domaine de la science n'est pas un effet naturel de ces tendances ; il ne s'agit pas simplement d'attendre que les diplômées de l'enseignement supérieur se frayent un chemin au sein du système. Des écarts et des obstacles demeurent dans le monde de la recherche scientifique. Ces difficultés ont été systématiquement démontrées en Europe et aux États-Unis, où les politiques, programmes et financements mis en œuvre pendant près de dix ans afin de promouvoir l'égalité des sexes dans la recherche n'ont pas suscité les résultats escomptés. En effet, aux États-Unis, les chiffres ont stagné, voire diminué dans certains domaines ces 10 dernières années, tandis que dans l'Union européenne, peu de progrès ont été réalisés en matière d'équilibre entre les sexes aux postes de direction prestigieux (UE, 2013). Eurostat utilise le terme « effet de génération » pour désigner le déséquilibre entre les sexes qui sévit parmi les chercheurs et tend à augmenter avec l'âge au lieu de se résorber. Malgré l'augmentation du nombre d'étudiantes, les disparités entre les sexes dans la recherche scientifique en Europe restent beaucoup trop élevées ; dans de telles circonstances, il semble moins probable que les femmes puissent « rattraper » automatiquement les hommes (UE, 2013).

Insertion des femmes dans le monde scientifique : des résultats décevants

Plusieurs facteurs entraînent une diminution de la proportion de femmes à chaque étape de la carrière scientifique : l'environnement universitaire de troisième cycle ; le « mur maternel »/plafond de verre ; les critères d'évaluation des performances ; le manque de reconnaissance ; le manque de soutien aux femmes souhaitant accéder à des postes de direction ; et des préjugés sexistes inconscients.

En ce qui concerne l'environnement universitaire, une étude réalisée en 2008 au Royaume-Uni sur les objectifs de carrière des étudiants de troisième cycle en chimie a révélé que 72 % des femmes souhaitaient devenir chercheuses au début de leurs études, mais qu'à la fin de leur doctorat, elles n'étaient plus que 37 %. Cette décision découle de plusieurs facteurs qui « découragent davantage les femmes que les hommes d'envisager une carrière dans la recherche, en particulier à l'université ». Les étudiantes ont plus de risques de rencontrer des problèmes avec leur directeur de thèse (favoritisme ou harcèlement), d'avoir le sentiment que ce dernier n'a pas conscience de leur vie personnelle ou de se sentir à l'écart de leur groupe de recherche. En outre, elles sont plus susceptibles de se sentir mal à l'aise avec la culture de leur groupe de recherche, que ce soit au niveau du mode de travail, des horaires ou de la concurrence qui règne entre les doctorants. Par conséquent, les étudiantes craignent qu'une carrière universitaire ne soit synonyme d'une existence solitaire ; elles redoutent qu'une telle carrière exige un trop grand sacrifice de leur part dans d'autres aspects de leur vie et se sentent intimidées par l'atmosphère compétitive. De nombreuses étudiantes indiquent également qu'on leur a déconseillé de poursuivre une carrière scientifique en raison des obstacles auxquels elles devraient faire face en tant que femmes (Société royale de chimie, 2008). Au Japon, les étudiantes de premier cycle en ingénierie ont déclaré éprouver des difficultés à poser des questions à leurs enseignants et avoir du mal à se consacrer à leur apprentissage, que ce soit à l'intérieur ou en dehors de l'établissement (Hosaka, 2013).

Le « mur maternel » procède de l'idée que les performances professionnelles d'une femme seront perturbées par son départ en congé de maternité ou des absences pour raisons familiales (Williams, 2004). Dans certains pays, le parcours professionnel des femmes scientifiques est généralement moins stable que celui de leurs confrères et marqué par des contrats temporaires et de plus courte durée, plutôt que des postes à temps plein (Kim et Moon, 2011). Certaines de ces difficultés découlent d'un environnement de travail et de recherche qui exige des femmes qu'elles s'intègrent et adoptent les pratiques de leurs collègues masculins, au lieu de favoriser une organisation souple du travail qui s'adapte à la situation personnelle des hommes comme des femmes. En Afrique de l'Est, les chercheuses rencontrent notamment des difficultés pour participer aux conférences ou aux travaux sur le terrain, car l'on part du principe que ce sont elles qui s'occupent principalement de leur famille (Campion et Shrum, 2004). Ce « mur maternel » s'accompagne d'un « plafond de verre », phénomène selon lequel les performances des femmes ont tendance à être davantage passées au crible que celles des hommes, ce qui les oblige à mettre les bouchées doubles pour faire leurs preuves (Williams, 2004).

Les femmes ne devraient pas avoir à choisir entre deux sacrifices

Les femmes qui s'absentent pour s'occuper de leur famille sacrifient leur ascension professionnelle, en particulier dans le milieu de la recherche. À leur retour, on estime qu'elles ont pris du retard dans leur carrière par rapport à leurs collègues ou qu'elles doivent se remettre à niveau dans leur domaine par le biais d'une formation. Pour remédier à ce déséquilibre, il est impératif de modifier le système actuel de récompense et d'évaluation du personnel afin de tenir compte des périodes de congé de maternité des femmes sans les obliger à sacrifier leur carrière.

En outre, dans de nombreux pays, l'équilibre entre vie professionnelle et vie privée et les responsabilités familiales préoccupent de plus en plus les hommes (CMPWASE, 2007).

Des difficultés d'accès aux financements de la recherche

L'évaluation des performances comprend des mesures de la productivité, par exemple le nombre de publications rédigées et de brevets déposés, le taux de citation de ces articles et le volume de financements obtenus. En sciences, la productivité se mesure en termes de recherche, d'enseignement et de services (par exemple, participation à des commissions). La recherche occupe la place la plus importante : le fait d'être publié dans une revue prestigieuse ou dans des actes de conférence pèse plus lourd que l'enseignement. Des études menées aux États-Unis montrent que les professeures ont tendance à se concentrer sur l'enseignement et les services plutôt que sur la recherche, notamment en ce qui concerne le nombre de publications rédigées. Parallèlement, on attend des jeunes chercheurs qu'ils passent 80 à 120 heures par semaine dans leur laboratoire, ce qui désavantage directement les femmes qui ont des enfants (CMPWASE, 2007).

Partout, le taux de publication des chercheuses est inférieur à celui des hommes, bien qu'il existe des lacunes au niveau des données. Les Sud-Africaines ont écrit 25 % des articles publiés en 2005, les Coréennes 15 % en 2009 (Kim et Moon, 2011) et les Iraniennes

16. Voir www.nobelprize.org/nobel_prizes/lists/women.html.

environ 13 %, principalement sur la chimie et les sciences médicales et sociales (voir chapitre 15). Des études récentes suggèrent que cette tendance s'explique principalement par le fait que les femmes bénéficient d'un accès plus restreint aux financements et jouissent d'un statut inférieur : elles sont moins représentées dans les universités prestigieuses et parmi les enseignants de haut niveau – soit les postes qui ouvrent le plus la voie à la publication (Ceci et Williams, 2011). Par exemple, en Afrique de l'Est, en 2004, les chercheuses ont vu leurs chances d'être publiées dans des revues internationales prestigieuses diminuer en raison de l'absence d'accès équitable aux financements et d'échanges insuffisants avec des collaborateurs régionaux et internationaux (Campion et Shrum, 2004).

Dans tous les pays, les femmes sont pénalisées vis-à-vis du financement de la recherche, mais également des brevets. « Dans tous les pays, dans tous les secteurs et dans tous les domaines, le pourcentage de femmes obtenant des brevets est [...] inférieur à celui de leurs homologues masculins. » (Rosser, 2009) Au niveau mondial, c'est dans le domaine pharmaceutique que le taux de dépôt de brevets par des femmes est le plus élevé (24,1 %) ; viennent ensuite les produits chimiques de base (12,5 %), les machines-outils (2,3 %) et les machines liées à l'énergie (1,9 %).En Europe, la part des demandes de brevets déposées par des femmes s'élevait à environ 8 % en 2008. Près de 94 % des brevets américains sont détenus par des hommes (Frietsch *et al.*, 2008 ; Rosser, 2009). Les études en la matière suggèrent qu'il ne s'agit pas d'un problème de capacité, mais plutôt que, de manière générale, les femmes scientifiques ne comprennent pas ou ne montrent pas d'intérêt pour le processus de brevetage, ou préfèrent se concentrer sur des recherches présentant un intérêt social plutôt que sur des processus techniques pouvant être brevetés (Rosser, 2009).

Des préjugés tenaces sur les capacités des femmes

Le nombre de femmes au leadership reconnu par des organisations prestigieuses ou par le biais de récompenses reste faible, malgré quelques exceptions très médiatisées. Le manque de reconnaissance à l'égard des exploits féminins contribue à l'idée fausse selon laquelle les femmes sont incapables de réussir dans le domaine scientifique ou, tout du moins, qu'elles ne peuvent égaler les hommes. Ces préjugés sexistes peuvent être conscients ou non. Dans une étude, un candidat à un poste en laboratoire a été jugé bien plus qualifié qu'une candidate par l'ensemble des professeurs, les hommes comme les femmes. Les participants de cette étude ont également offert un salaire de départ plus élevé et un accompagnement professionnel plus poussé au candidat (Moss-Racusina *et al.,* 2012).

La science reste l'un des rares secteurs où ces préjugés sexistes sont courants et considérés comme acceptables par certains. En juin 2015, le prix Nobel Tim Hunt, âgé de 72 ans, a critiqué la présence des femmes dans ses laboratoires, expliquant qu'il les considérait comme une source de distraction et qu'elles étaient trop émotives. Quelques semaines plus tard, Matt Taylor, scientifique à l'Agence spatiale européenne, s'est fait remarquer en arborant une chemise aux motifs très voyants représentant des pin-up, alors qu'il faisait une annonce majeure au sujet de la sonde Rosetta. Suite à l'indignation que ces événements ont suscitée sur les réseaux sociaux, les deux hommes ont présenté publiquement leurs excuses.

Des raisons pragmatiques d'embaucher des femmes

Les entreprises et les institutions sont de plus en plus conscientes du fait qu'une main-d'œuvre diversifiée les aidera à améliorer leurs performances et à toucher davantage de segments de leur clientèle cible ou établie, ou à atteindre les parties prenantes concernées. Dans le domaine de la recherche, la diversité permet également d'accroître le capital humain en apportant de nouvelles perspectives, de nouveaux talents et de la créativité. Récemment, Google a reconnu la nécessité d'embaucher une main-d'œuvre plus diversifiée, pour les motifs évoqués précédemment. « [Google] est loin d'atteindre ses objectifs en matière de diversité », a admis Laszlo Bock, vice-président chargé des ressources humaines au sein de l'entreprise (Miller, 2014). Les femmes représentent à peine 17 % des techniciens de Google et un cadre supérieur sur quatre. La diversité ethnique est également faible, avec 1 % d'employés d'origine afro-américaine, 2 % d'Hispaniques et 34 % d'Asiatiques aux États-Unis.

D'un autre côté, l'attrition des femmes de talent dans le système scientifique représente une réelle perte d'investissement. De nombreux gouvernements revoient à la hausse la part du PIB consacrée à la recherche et développement (R&D), dont 60 % sont attribués aux ressources humaines. S'ils veulent véritablement atteindre ces cibles, de nombreux chercheurs devront être embauchés. Accroître le nombre de chercheurs talentueux permettrait d'accélérer la réalisation des objectifs fixés par les gouvernements et de garantir que l'argent consacré à l'éducation de la moitié de ces chercheurs potentiels ne part pas en fumée (Sheehan et Wyckoff, 2003). En outre, de nombreux pays admettent qu'un meilleur équilibre entre les sexes et davantage de diversité dans la science et la recherche contribueraient à améliorer leur compétitivité au sein d'une économie mondialisée. Les Émirats arabes unis et la Malaisie ont tous deux adopté des politiques visant à encourager une plus grande diversité au sein de la population active, notamment en ce qui concerne les femmes, et en tirent aujourd'hui des résultats positifs. En revanche, la République de Corée est marquée par un fort déséquilibre entre les sexes qui persiste dans l'industrie et la recherche scientifique, dans le secteur public comme dans le secteur privé.

La démarche scientifique elle-même est pénalisée quand les femmes ne participent pas de manière paritaire à la recherche et à l'industrie (figure 3.4). Les critiques féministes de la science montrent que la manière dont les expériences sont organisées, la manière dont sont définis les sujets de recherche et le type de conclusion tiré des résultats de la recherche sont tous influencés par la problématique hommes-femmes (Rosser, 2009). Combien d'inventions n'ont jamais pu voir le jour du fait de l'absence de femmes dans la recherche ? Quelles considérations importantes du point de vue de la problématique hommes-femmes néglige-t-on ? Ce n'est qu'en 1993 qu'on a découvert que l'aspirine avait un effet totalement différent sur les maladies cardiaques chez les hommes et les femmes : il réduit les risques de crise cardiaque chez les hommes, mais pas les risques d'AVC, alors que c'est le contraire qui se produit chez les femmes (Kaiser, 2005).

Mais surtout, les femmes devraient simplement avoir les mêmes possibilités que les hommes de comprendre les fruits de la recherche et d'en bénéficier, d'apporter leur contribution à la société, de percevoir un revenu et de choisir une profession gratifiante. Dans le cadre de leur mandat, les Nations Unies se sont fermement engagées en faveur de la prise en compte de la problématique hommes-femmes – dans la recherche, dans la législation, dans l'élaboration des politiques et dans les activités sur le terrain –, pour veiller à ce que les femmes comme les hommes soient en mesure de peser sur les efforts de développement, d'y

participer et d'en tirer des bénéfices[17]. L'UNESCO a adopté cet engagement en faisant de l'égalité des sexes l'une de ses deux grandes priorités mondiales avec l'Afrique. Pour l'UNESCO, l'égalité des sexes est non seulement un droit fondamental, mais également la pierre angulaire d'une société pérenne et pacifique. Cet engagement inclut la promotion d'une plus grande participation des femmes à la science, à la technologie, à l'innovation et à la recherche. C'est pourquoi l'Institut de statistique de l'UNESCO recueille systématiquement des données ventilées par sexe, accessibles librement par tout un chacun par l'intermédiaire de sites Internet interactifs (encadré 3.1).

Aller de l'avant : des politiques en faveur de l'égalité des sexes

Parmi les pays industrialisés, l'UE et les États-Unis ont tous deux adopté des politiques solides et des incitations financières dans le but d'encourager la participation des femmes à la science. Horizon 2020, le programme de financement de l'UE pour la recherche et l'innovation pour la période 2014-2020, considère la problématique hommes-femmes comme une question transversale. Sa stratégie vise à promouvoir l'égalité des sexes dans la recherche et l'innovation, y compris l'équilibre entre les sexes au sein des équipes de recherche, des groupes d'experts et des groupes consultatifs ; elle prévoit également l'intégration de la problématique hommes-femmes dans le contenu des projets de recherche et d'innovation afin d'en améliorer la qualité scientifique et l'intérêt pour la société.

Aux États-Unis, la loi sur l'égalité des chances dans la science et l'ingénierie de 1980 (*Science and Engineering Equal Opportunity Act*) exige l'égalité d'accès à l'éducation, à la formation et à l'emploi pour les hommes et les femmes dans les filières scientifiques et techniques. Par conséquent, la Fondation nationale pour la science soutient et entreprend différents types d'activités, comme des travaux de recherche et le recueil de données, afin d'évaluer, de mesurer et d'accroître la participation des femmes dans les domaines de la science, de la technologie, de l'ingénierie et des mathématiques. L'un de ses programmes, ADVANCE, accorde des bourses et des prix en faveur de la transformation institutionnelle et du leadership, dans le but de renforcer la participation des femmes à la recherche et de récompenser l'excellence[18].

17. Voir www.un.org/womenwatch/osagi/gendermainstreaming.htm.

18. www.nsf.gov/crssprgm/advance/.

Un certain nombre de pays à revenu faible et intermédiaire ont également mis en œuvre des politiques dans un ou plusieurs domaines afin d'intégrer plus efficacement les femmes et les questions relatives à l'égalité des sexes à la science. En 2003, le Ministère des sciences et technologies d'Afrique du Sud a réuni un organe consultatif chargé de le conseiller sur les priorités, les grandes orientations et les stratégies efficaces à adopter pour accroître la participation des femmes dans le monde scientifique. Ce programme est ancré dans un contexte national favorisant l'égalité des sexes, et placé sous l'autorité d'un « mécanisme national de promotion de l'égalité des sexes », composé de structures coordonnées à l'intérieur et à l'extérieur du gouvernement : SET4W (Science, Engineering and Technology for Women) [Science, ingénierie et technologie pour les femmes] fait partie du Conseil consultatif national sur l'innovation, un organisme national nommé par le Ministre des sciences et technologies pour le/la conseiller, mais également du Ministère des sciences et technologies et de la Fondation nationale pour la recherche. SET4W fournit des recommandations sur des questions de politique liées à la science, la technologie, l'innovation et la problématique hommes-femmes (ASSAf, 2011).

L'approche du Brésil mêle des politiques et des mécanismes de mise en œuvre solides. La forte représentation féminine dans différents secteurs résulte d'un important soutien en faveur de l'égalité des sexes. Les droits des femmes ont été renforcés, à l'intérieur et à l'extérieur de la sphère domestique, et la participation des femmes et des filles a été encouragée dans les domaines de l'éducation et de l'emploi. Cette stratégie a été une véritable réussite, puisque la parité entre les sexes est désormais assurée au sein de la population active brésilienne. Le gouvernement a également augmenté les investissements en R&D et renforcé les programmes encourageant l'accès à l'éducation pour tous dans le domaine des sciences et de l'ingénierie (voir chapitre 7). La possibilité de bénéficier de bourses et la rivalité transparente qui règne au sein du troisième cycle ont encouragé de nombreuses femmes à embrasser une carrière scientifique (Abreu, 2011).

Recueil systématique de données ventilées par sexe

Afin de soutenir la mise en œuvre des politiques et la recherche, l'UE et les États-Unis procèdent au recueil systématique de données ventilées par sexe. Aux États-Unis, la Fondation nationale pour la science est également chargée de préparer et de soumettre des rapports au Congrès (parlement) américain relatifs aux politiques et aux programmes, afin d'encourager la participation des minorités dans ces domaines et de mettre un terme à la discrimination

Encadré 3.1 : **Explorer les données**

« Les femmes et la science » est un outil de données interactif conçu par l'Institut de statistique de l'UNESCO. Il permet d'explorer et de visualiser les écarts qui se creusent entre les sexes pendant le cursus censé conduire à une carrière dans la recherche, de la décision d'obtenir un diplôme de doctorat aux domaines des sciences dans lesquels les femmes s'investissent, en passant par les secteurs dans lesquels elles travaillent. En présentant à la fois des données régionales et nationales, cet outil fournit un aperçu global des disparités entre les sexes dans la recherche, notamment dans les domaines de la science, de la technologie, de l'ingénierie et des mathématiques. Il est disponible en anglais, en espagnol et en français à l'adresse suivante : http://on.unesco.org/1n3pTcO.

Par ailleurs, l'eAtlas de l'UNESCO sur la recherche et le développement expérimental vous permet de visualiser et d'exporter des cartes, des graphiques et des tableaux de classement pour plus de 75 indicateurs sur les ressources humaines et financières consacrées à la R&D. Voir http://on.unesco.org/RD-map.

Ces deux outils sont automatiquement mis à jour avec les données les plus récentes. Ils peuvent être aisément insérés sur des sites Internet, des blogs et les réseaux sociaux.

Source : Institut de statistique de l'UNESCO.

fondée sur le sexe, la race, l'origine ethnique ou la discipline, qui sévit dans la science et l'ingénierie. Depuis 2005, Eurostat dispose d'un mandat lui permettant de recueillir des données ventilées par sexe en fonction de la qualification, du secteur, du domaine scientifique, de l'âge, de la citoyenneté, de l'activité économique et de l'emploi dans le secteur des entreprises. L'Afrique du Sud et le Brésil recueillent également un large volume de données ventilées par sexe.

Favoriser un juste équilibre sur le lieu de travail

Des recherches poussées ont été réalisées en Europe et aux États-Unis afin d'identifier des modèles grâce auxquels les pays peuvent bénéficier du talent, de la créativité et des réalisations des hommes comme des femmes, dans les domaines de la science et de l'ingénierie. Plusieurs approches peuvent être envisagées pour promouvoir l'égalité et la diversité sur le lieu de travail (CMPWASE, 2007 ; UE, 2013) :

- Éliminer les préjugés inconscients lors de l'embauche et de l'évaluation du personnel ;
- Mettre en œuvre des formations et des politiques pour lutter contre le harcèlement sexuel et garantir que les victimes obtiennent réparation ;
- Réviser la culture et les processus institutionnels qui pénalisent la vie familiale des femmes : l'évaluation des performances réalisée en vue d'une embauche, d'une titularisation ou d'une promotion devrait accepter un calendrier de publications et de recherche adaptable, de sorte que les femmes (et les hommes) qui mettent entre parenthèses leur vie professionnelle pour s'occuper de leurs enfants ne compromettent pas leur future carrière ;
- Les politiques institutionnelles en faveur de l'égalité des sexes doivent être appuyées aux plus hauts échelons de la gouvernance ;
- Les processus de décision et de sélection doivent être ouverts et faire preuve de transparence et de responsabilité. Tous les comités professionnels, de subventionnement, de sélection et de recrutement doivent appliquer le principe de parité entre les sexes ;
- Moderniser la gestion des ressources humaines et l'environnement de travail ;
- Éliminer l'écart de rémunération entre les hommes et les femmes, y compris les inégalités relatives au financement de la recherche ;
- Mettre des ressources à la disposition des parents pour leur permettre de se mettre à niveau ou de réintégrer le marché du travail ;
- Veiller à ce que les hommes comme les femmes aient la possibilité de voyager, de participer à des conférences et d'obtenir des financements de manière équitable.

ONU-Femmes et le Pacte mondial des Nations Unies se sont associés pour élaborer les *Principes d'autonomisation des femmes*, un ensemble de directives destiné aux entreprises pour les aider à autonomiser les femmes sur le lieu de travail, sur le marché et au sein de la communauté. Ces instructions ont pour but de promouvoir les bonnes pratiques en définissant la problématique hommes-femmes dans le cadre de la responsabilité des entreprises, ainsi que le rôle du secteur privé dans le développement durable ; elles s'appliquent donc aux entreprises, mais aussi aux gouvernements dans leurs interactions avec le monde des affaires. Les entreprises doivent utiliser un ensemble de sept principes pour évaluer leurs programmes et politiques ; élaborer un plan d'action pour l'intégration des enjeux liés à l'égalité des sexes ; communiquer les progrès aux parties prenantes ; s'appuyer sur les *Principes d'autonomisation des femmes* dans leurs rapports ; sensibiliser auxdits *Principes* et promouvoir leur application ; et partager les bonnes pratiques et les enseignements tirés avec d'autres entreprises.

Encadré 3.2 : Le CGIAR : faire progresser la carrière des femmes dans la recherche internationale

Le Groupe consultatif pour la recherche agricole internationale (CGIAR) a lancé son programme Égalité des sexes et diversité en 1999, dans le but de promouvoir le recrutement, la promotion et la rétention des femmes scientifiques et d'autres professionnelles. Un Cadre de suivi des problématiques hommes-femmes a été élaboré en 2013 afin de suivre les progrès dans les domaines suivants :

- Évaluer ce qu'a mis en œuvre le CGIAR dans ses propres locaux en vue d'accroître la part de femmes aux postes à responsabilité et de femmes considérant le CGIAR comme un employeur de référence ;
- Mesurer les progrès réalisés au sein du système du CGIAR en ce qui concerne la prise en compte de la problématique hommes-femmes, au moyen d'indicateurs tels que le nombre de salariés de chaque sexe occupant des postes de direction clés, l'intégration des enjeux liés à l'égalité des sexes dans la définition des priorités, la mise en œuvre et l'évaluation de la recherche et, enfin, la mesure dans laquelle les dépenses et budgets consacrés à la recherche sont attribués à chacun des deux sexes.

En 2014, la direction du CGIAR comptait 31 % de femmes. Le Consortium du CGIAR a depuis embauché une conseillère principale sur l'égalité des sexes et la recherche, afin de conseiller les centres sur les questions connexes qui surviennent sur le lieu de travail. Des rapports sont également soumis au Conseil du Fonds du CGIAR tous les six mois pour suivre les avancées du programme Égalité des sexes et diversité.

Source : CGIAR (2015).

CONCLUSION

Une nécessité de « réformer le système »

Bien que les femmes soient désormais plus nombreuses à suivre des études dans les domaines de la santé, des sciences et de l'agriculture, et qu'on observe même un déséquilibre en leur faveur dans l'ensemble de l'enseignement supérieur, le fait que la part des chercheuses dans le monde n'atteigne pas 30 % témoigne des nombreux obstacles qui empêchent encore l'entière participation des femmes à la science et à l'ingénierie. De nombreuses femmes « disparaissent » ainsi entre la maîtrise et le doctorat, puis à chaque échelon de la carrière scientifique.

Même celles qui se lancent dans une carrière de scientifique ou d'ingénieur finissent souvent par quitter leur emploi pour des raisons familiales ou changent de voie professionnelle plus souvent que les hommes. Des études récentes, corroborées par des données, montrent qu'il est nécessaire d'envisager de nouvelles approches pour remédier à ce problème. La stratégie visant à encourager les femmes à étudier les sciences et à choisir une carrière scientifique ne suffit plus ; il convient d'adopter à la place une approche qui cherche à « réformer le système », autrement dit qui s'intéresse aux points d'attrition, aux obstacles et aux phénomènes culturels qui poussent les femmes à abandonner leurs ambitions.

Les principes suivants, entre autres, peuvent contribuer à promouvoir une plus grande diversité au sein des milieux scientifiques.

Les gouvernements sont encouragés à :

- Recueillir des données ventilées par sexe dans les secteurs clés, de manière systématique ;
- Mettre en œuvre des politiques qui encouragent la participation des femmes à la société et à la vie active, mais également à la science et à l'innovation ;
- Prendre les mesures qui s'imposent pour garantir l'accès à des systèmes scientifiques et éducatifs de haute qualité et abordables.

Les institutions publiques, scientifiques et de recherche sont invitées à :

- S'engager en faveur d'une représentation paritaire des femmes dans la prise de décision et aux postes de direction dans les domaines de la science, de la recherche et de l'innovation ;
- Soutenir l'égalité des sexes et la diversité par le biais de financements, de programmes et du suivi des progrès réalisés ;
- Introduire des bourses et des subventions dans le but d'améliorer la représentation des groupes sous-représentés.

Les employeurs et les gouvernements sont encouragés à :

- Adopter des politiques ouvertes, transparentes et compétitives en matière de recrutement et de promotion ;
- Adopter des stratégies visant à promouvoir la diversité dans l'éducation et au travail, notamment la participation de différents groupes, l'octroi d'un soutien financier et l'accès à des débouchés professionnels ;
- Fournir un soutien supplémentaire aux femmes sous forme de financements, de formations et d'aides à l'entrepreneuriat.

L'égalité des sexes n'est pas seulement une question de justice ou d'équité. Les pays, les entreprises et les institutions qui créent un environnement propice aux femmes augmentent leur capacité d'innovation et leur compétitivité. La démarche scientifique bénéficie directement de la créativité et du dynamisme suscités par la confrontation de différents points de vue et expertises. L'égalité des sexes favorisera l'émergence de nouvelles solutions et permettra d'élargir le champ de la recherche. Elle doit être considérée comme une priorité par tous les acteurs si la communauté internationale souhaite véritablement atteindre les prochains objectifs de développement.

RÉFÉRENCES

Abreu, A. (2011) *National Assessments of Gender, Science, Technology and Innovation: Brazil.* Rapport élaboré pour l'organisation Femmes dans la science et la technologie mondiales et l'Organisation pour les femmes et la science pour le monde en développement : Brighton (Canada).

ASSAf (2011) *Participation of Girls and Women in the National STI System in South Africa.* Académie des sciences d'Afrique du Sud.

Bonder, G. (2015) *National Assessments of Gender, Science, Technology and Innovation: Argentina*. Rapport élaboré pour l'organisation Femmes dans la science et la technologie mondiales et l'Organisation pour les femmes et la science pour le monde en développement : Brighton (Canada).

Campion, P. et Shrum, W. (2004) Gender and science in development: women scientists in Ghana, Kenya, India, *Science, Technology and Human Values,* 28(4), p. 459-485.

Ceci, S. J. et Williams, W. M. (2011) Understanding current causes of women's underrepresentation in science, *Proceedings of the National Academy of Science*, 108(8) : p. 3157-3162.

CEPALC (2014) *The Software and Information Technology Services Industry: an Opportunity for the Economic Autonomy of Women in Latin America*. Commission économique des Nations Unies pour l'Amérique latine et les Caraïbes : Santiago.

CGIAR (2015) *Third CGIAR Consortium Gender and Diversity Performance Report.* Groupe consultatif pour la recherche agricole internationale : Montpellier (France).

Cho, A. H., Johnson, S. A., Schuman, C. E., Adler, J. M., Gonzalez, O., Graves, S. J., Huebner, J. R., Marchant, D. B., Rifai, S. W., Skinner, I. et Bruna, E. M. (2014) Women are wunderrepresented on the editorial boards of journals in environmental biology and natural resource management, *PeerJ,* 2 : e542.

CMPWASE (2007) *Beyond Bias and Barriers: Fulfilling the Potential of Women in Academic Science and Engineering.* Comité pour la maximisation du potentiel des femmes dans la recherche scientifique et l'ingénierie. Académie nationale des sciences, Académie nationale de l'ingénierie et Institut de médecine. The National Academies Press : Washington, D.C.

EIGE (2012) *Women and the Environment: Gender Equality and Climate Change.* Institut européen pour l'égalité entre les hommes et les femmes. Union européenne : Luxembourg.

Frietsch, R., Haller, I. et Vrohlings, M. (2008) *Gender-specific Patterns in Patenting and Publishing.* Document d'analyse. Innovation Systems and Policy Analysis n° 16. Institut Fraunhofer (Allemagne).

Groupe d'experts sur le changement structurel (2012) *Research and Innovation Structural Change in Research Institutions: Enhancing Excellence, Gender Equality and Efficiency in Research and Innovation.* Direction générale de la recherche et de l'innovation. Commission européenne : Bruxelles.

Gupta, N. (2012) Women undergraduates in engineering education in India: a study of growing participation. *Gender, Technology and Development*, 16(2).

Henry, F. (2015) *Survey of Women in the Academies of the Americas.* Programme pour les femmes et la science du Réseau international des académies des sciences : Mexico.

Hosaka, M. (2013) I wouldn't ask professors questions! Women engineering students' learning experiences in Japan, *International Journal of Gender, Science and Technology*, 5(2).

Huyer, S. (2014) *Gender and Climate Change in Macedonia: Applying a Gender Lens to the Third National Communication on Climate Change.* Publications du gouvernement de l'ex-République yougoslave de Macédoine : Skopje.

Huyer, S. et Hafkin, N. (2012) *National Assessments of Gender Equality in the Knowledge Society*. Synthèse générale. Femmes dans la science et la technologie mondiales et Organisation pour les femmes et la science pour le monde en développement : Brighton (Canada).

Kaiser, J. (2005) Gender in the pharmacy: does It matter?, *Science*, *308*.

Kim, Y. et Moon, Y. (2011) *National Assessment on Gender and Science, Technology and Innovation: Republic of Korea.* Femmes dans la science et la technologie mondiales : Brighton (Canada).

Mellström, U. (2009) The intersection of gender, race and cultural boundaries, or why is computer science in Malaysia dominated by women?, *Social Studies of Science*, 39(6).

Miller, C. C. (2014) Google releases employee data, illustrating tech's diversity challenge, *The New York Times*, 28 mai.

Moss-Racusina, C. A., Dovidio, J. F., Brescoll, V. L., Graham, M. J. et Handelsman, J. (2012) Science faculty's subtle gender biases favor male students, *PNAS Early Edition*.

OMT et ONU-Femmes (2011) *Global Report on Women in Tourism 2010*. Organisation mondiale du tourisme et Entité des Nations Unies pour l'égalité des sexes et l'autonomisation des femmes.

Rosser, S. (2009) The gender gap in patenting: is technology transfer a feminist issue?, *NWSA Journal,* 21(2) : p. 65-84.

Samulewicz, D., Vidican, G. et Aswad, N. G. (2012) Barriers to pursuing careers in science, technology and engineering for women in the United Arab Emirates, *Gender, Technology and Development*, 16(2) : p. 125-152.

Sheehan, J. et Wyckoff, J. (2003) *Targeting R&D: Economic and Policy Implications of Increasing R&D Spending.* Document de travail de la Direction de la science, de la technologie et de l'industrie de l'OCDE 2003/8. Direction de la science, de la technologie et de l'industrie de l'Organisation de coopération et de développement économiques : Paris.

Société royale de chimie (2008) *The Chemistry PhD: the Impact on Women's Retention.* Société royale de chimie : Londres.

UE (2013) *She Figures 2012: Gender in Research and Innovation.* Direction générale de la recherche et de l'innovation Union européenne : Bruxelles.

Williams, J. (2004) Hitting the Maternal Wall, *Academe*, 90(6) : p. 16-20.

Zubieta, J. et Herzig, M. (2015) *Participation of Women and Girls in National Education and the STI System in Mexico.* Femmes dans la science et la technologie mondiales et Organisation pour les femmes et la science pour le monde en développement : Brighton (Canada).

Sophia Huyer, née en 1962 au Canada, est directrice exécutive de l'organisation Femmes dans la science et la technologie mondiales. Elle est également responsable des recherches en matière de genre et d'inclusion sociale du Programme de recherche sur le changement climatique, l'agriculture et la sécurité alimentaire du Groupe consultatif pour la recherche agricole internationale. Elle est titulaire d'un doctorat en études environnementales délivré par l'Université York de Toronto (Canada).


0.321
0.
3.984
1.965
1.288
1.239
0.2



Examen détaillé des pays et régions

La science est le moteur du commerce – mais pas seulement.

Paul Dufour



Un chauffeur routier prend en stop *Hitchbot*, le robot auto-stoppeur parlant, pour parcourir une partie de son trajet, dans le cadre d'une expérience menée au Canada pour tester l'attitude du grand public à l'égard des robots.
Photo : © Norbert Guthier : www.guthier com

4. Canada

Paul Dufour

INTRODUCTION

Priorités : création d'emplois et équilibre budgétaire

Lors du précédent examen de l'état de la science, de la technologie et de l'innovation (STI) au Canada à l'occasion du *Rapport de l'UNESCO sur la science 2010,* un gouvernement conservateur était au pouvoir depuis 2006[1]. Depuis, le Canada a plutôt bien résisté à la crise financière, en partie grâce à la robustesse du secteur national des services bancaires, mais aussi parce que l'économie canadienne repose fortement sur les sources énergétiques et les autres ressources naturelles dont le pays est doté et qui font l'objet d'une demande soutenue dans cet environnement mondial en rapide mutation.

Les répercussions de la crise financière aux États-Unis ont toutefois eu raison du large excédent budgétaire de 13,8 milliards de dollars canadiens qu'affichait le pays en 2006. Confronté à un déficit budgétaire de 5,8 milliards de dollars canadiens deux ans plus tard, le gouvernement a réagi, en adoptant en janvier 2009 un ensemble de mesures destinées à stimuler l'économie. Ces mesures ont encouragé la consommation et l'investissement en instaurant des allègements fiscaux et d'autres dispositifs adoptés dans le but de redresser l'économie.

Le coût élevé de ces mesures (35 milliards de dollars canadiens) a aggravé la dette, et le déficit budgétaire a atteint un niveau record de 55,6 milliards de dollars canadiens en 2009-2010. Le retour à l'équilibre budgétaire en 2015 est devenu la pierre angulaire du *Plan d'action économique* pluriannuel adopté par le gouvernement en 2010, qui s'engageait en faveur d'une « gestion budgétaire responsable » pour favoriser « une croissance économique et une création d'emplois soutenues à long terme ». En 2014, le gouvernement prévoyait de ramener le déficit à 2,9 milliards de dollars canadiens pour l'exercice 2014-2015, et de retrouver un excédent budgétaire l'année suivante, ce qui semble, un an plus tard, compromis. Afin de tenir ses engagements en matière de réduction du déficit, le gouvernement a vendu le restant des actions de General Motors qu'il avait acquises en 2009 dans le cadre du plan de sauvetage du constructeur automobile. Toutefois, compte tenu de l'effondrement des cours du pétrole depuis la mi-2014, il est difficile de prédire quel sera l'impact de cette cession sur la santé fiscale globale de l'économie canadienne.

L'une des principales stratégies du gouvernement a été de créer des emplois[2] en développant le commerce. Dans son introduction au *Plan d'action sur les marchés mondiaux*, le Ministre du commerce international Ed Fast a rappelé qu'« à l'heure actuelle, les échanges commerciaux équivalent à plus de 60 % de notre PIB, et [qu']un emploi sur cinq est directement lié aux exportations ». Le principal objectif de la *Stratégie commerciale mondiale du Canada* (2007) était d'« étendre son influence aux marchés émergents » ; en 2014, le Canada avait conclu des accords de libre-échange avec pas moins de 37 pays, dont un accord majeur avec l'Union européenne (UE). Son successeur, le *Plan d'action sur les marchés mondiaux* (2013), a affiné cette stratégie en éliminant les barrières commerciales et en réduisant les formalités administratives afin de doper les échanges commerciaux avec les marchés traditionnels et émergents[3] les plus prometteurs pour les entreprises canadiennes.

Préoccupations concernant la recherche d'intérêt général, les dépenses de R&D des entreprises et l'éducation

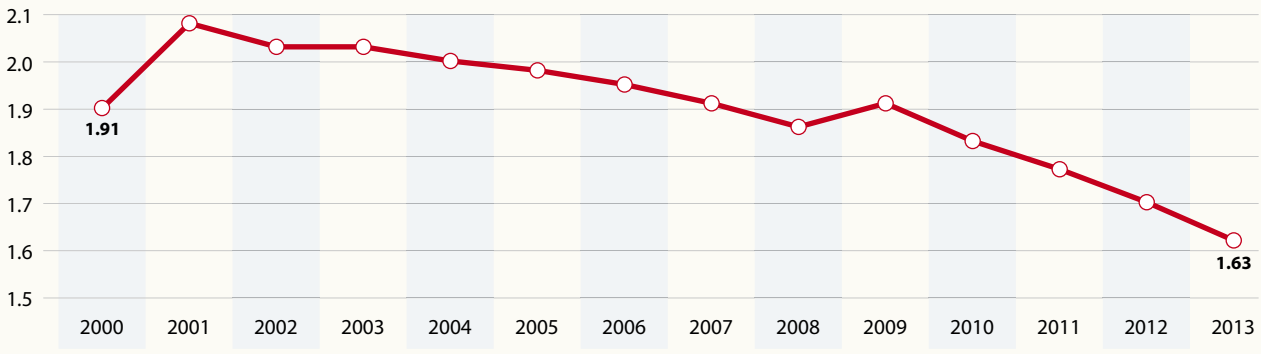
L'approche graduelle adoptée au cours des dix dernières années par le gouvernement en matière d'élaboration de politiques s'est traduite par un manque de décisions audacieuses susceptibles de stimuler le financement de la science et de l'innovation. Le modèle d'organisation de la science et de la technologie (S&T) a évolué, l'accent portant de plus en plus sur la rentabilité économique des investissements dans le savoir. En parallèle, les dépenses intérieures brutes de R&D (DIRD) en pourcentage du PIB ont chuté (figure 4.1).

1. Le parti conservateur a accédé au pouvoir lors des élections fédérales de 2006, à l'issue desquelles il a pu former un gouvernement minoritaire, avant d'obtenir la majorité des sièges au Parlement lors des élections de 2011. Stephen Harper occupe le poste de Premier Ministre depuis 2006.

2. Le taux de chômage est stable depuis 2000, variant entre 6 et 8 % de la population active. En avril 2015, par exemple, 6,8 % des Canadiens étaient sans emploi (Statistique Canada).

3. Les marchés émergents suivants sont considérés comme des priorités en termes d'investissements directs étrangers, de technologie, de recrutement des talents et/ou comme membres de plates-formes commerciales régionales : Afrique du Sud, Arabie saoudite, Brésil, Chili, Chine (y compris Hong Kong), Colombie, Émirats arabes unis, Inde, Indonésie, Israël, Malaisie, Mexique, Pérou, Philippines, République de Corée, Singapour, Thaïlande, Turquie et Viet Nam.

Figure 4.1 : **Ratio DIRD/PIB au Canada, 2000-2013 (%)**



Source : Statistique Canada.

Certaines des difficultés soulevées dans le *Rapport de l'UNESCO sur la science 2010* n'ont pas été résolues et d'autres se font jour. Deux faiblesses importantes persistent, notamment : la première concerne le manque d'engagement véritable du secteur privé en faveur de l'innovation. Le Canada continue de perdre du terrain dans les classements sur la compétitivité mondiale globale, en grande partie du fait d'un sous-investissement dans l'innovation. D'après le dernier *Rapport mondial sur la compétitivité* (Forum économique mondial, 2014), le Canada se classe seulement à la 27e place mondiale pour ce qui est des dépenses de R&D du secteur privé, tandis qu'il occupe la 19e place en matière de collaboration entre le monde universitaire et le secteur privé dans le domaine de la R&D. Le Canada se classe au 48e rang en termes de marchés publics pour les technologies avancées – qui sont pourtant un moteur essentiel de l'innovation technologique dans les économies les plus compétitives.

La seconde faiblesse est liée à l'absence de programme national ambitieux en matière d'éducation scientifique et de recrutement de talents à la hauteur des défis du XXIe siècle en termes de compétences, d'éducation et de formation. Alors que plusieurs indicateurs suggèrent une perte de prestige de l'enseignement supérieur canadien, cette question prend un caractère d'urgence.

Une troisième vulnérabilité est apparue depuis la publication du *Rapport de l'UNESCO sur la science 2010*. Depuis l'adoption du budget d'austérité pluriannuel en 2010, le gouvernement a réduit les effectifs des ministères et des organismes à vocation scientifique. Des enquêtes récentes auprès de la communauté scientifique canadienne révèlent de profondes inquiétudes quant à l'impact de ces réductions sur la recherche fondamentale et d'intérêt général, ainsi que sur la réputation internationale du Canada.

Ce chapitre est largement consacré à l'analyse de ces trois problématiques. Penchons-nous dans un premier temps sur les données et sur ce qu'elles révèlent.

TENDANCES EN MATIÈRE DE R&D

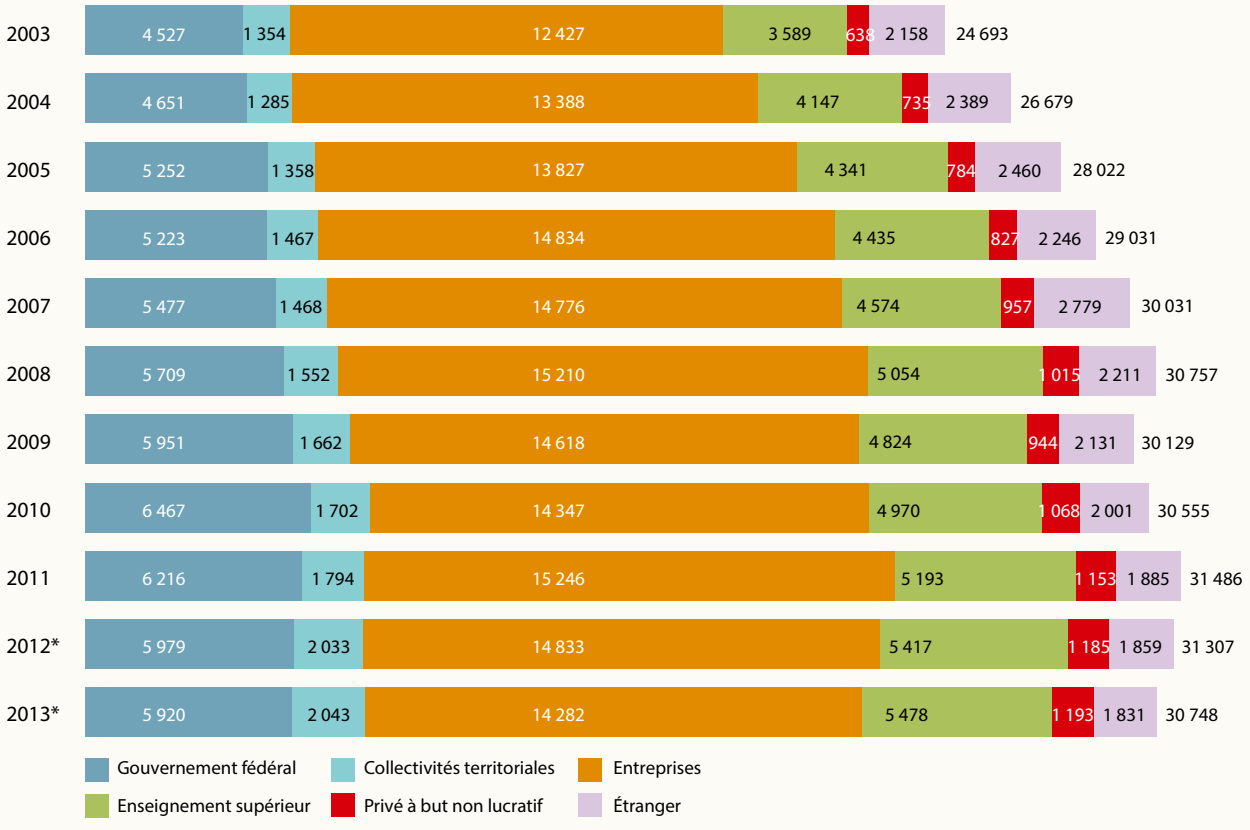
L'effort de R&D à son niveau le plus bas depuis dix ans

Le ratio DIRD/PIB a atteint 1,63 % en 2013, soit son niveau le plus faible depuis une décennie. Cela s'explique par le fait que depuis 2004, l'augmentation des DIRD (+15,2 %) a été bien inférieure à celle du PIB (+42,9 %). Entre 1997 et 2009, la R&D avait bénéficié des excédents budgétaires successifs puis du plan fédéral de stimulation de l'économie de 2009. Les DIRD ont même atteint 2,09 % du PIB en 2001 (figure 4.1).

Entre 2010 et 2013, la tendance s'est inversée. Les dépenses publiques de R&D internes ont souffert de la détermination du gouvernement à retrouver l'équilibre budgétaire par

Figure 4.2 : **DIRD au Canada par source de financement, 2003-2013**

en millions de dollars canadiens



Source : Statistique Canada.

* Données préliminaires.

l'intermédiaire de son *Plan d'action économique* (2010). Le financement public de la R&D a diminué de près de 600 millions de dollars canadiens (soit une baisse de plus de 10 %) et continue à décliner, les dépenses de R&D prévues pour 2013 devant s'établir à 5,8 milliards de dollars canadiens (figure 4.2). Certains projets d'infrastructure sont toutefois en cours d'exécution, pour certaines installations spécifiques. Par exemple, une station de recherche dans l'Extrême-Arctique est en cours d'installation dans le Nord canadien, la participation du Canada au Télescope de trente mètres s'est vu attribuer une enveloppe de 243,5 millions de dollars canadiens sur dix ans et le Musée des sciences et technologies du Canada sera fermé jusqu'en 2017 pour rénovation.

La fin des mesures de relance a coïncidé avec une augmentation de 10,6 % du PIB entre 2008 et 2012 ; c'est la combinaison de ces deux facteurs qui a fait chuter le ratio DIRD/PIB à 1,63 % en 2013.

Déclin préoccupant de la R&D industrielle

Traditionnellement, la recherche scientifique au Canada est financée à hauteur de 10 % par les organismes publics fédéraux et de 40 % par les universités. Les activités de R&D du pays dépendent donc en grande partie du dynamisme du secteur des entreprises, qui finance et organise l'autre moitié. Le déclin de la R&D industrielle au cours des dernières années est donc une tendance inquiétante : la part des entreprises dans les dépenses globales de R&D est ainsi passée de 51,2 % en 2006 à 46,4 % en 2013. Au cours de la même période, la part des sources de financement étrangères s'est également contractée, passant de 7,7 % à 6,0 % du total selon l'Institut de statistique de l'UNESCO.

En 2014, la R&D devrait stagner, principalement en raison d'une baisse de 6,9 % du financement fédéral, selon les données les plus récentes de Statistique Canada. Dans un rapport publié en janvier 2015, l'agence estime à 30,6 milliards de dollars canadiens le montant des dépenses de R&D en 2014, soit un très léger recul par rapport à l'année précédente (30,7 milliards) [tableau 4.1].

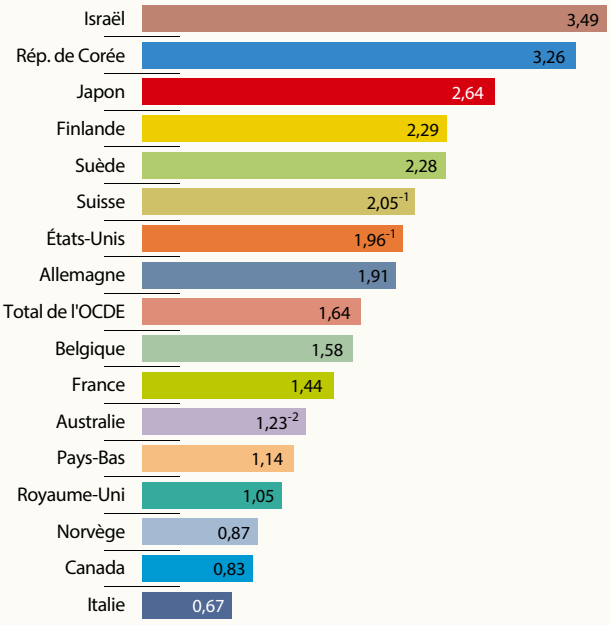
Tableau 4.1 : **Intentions de dépenses intérieures brutes de R&D au Canada par secteur d'exécution et par source de financement, 2013 et 2014 (%)**

	2013	2014	
Intentions de dépenses de recherche et développement	millions de dollars canadiens		Évolution en %
Total, secteurs d'exécution	**30 748**	**30 572**	**-0,6**
Entreprises commerciales	15 535	15 401	-0,9
Enseignement supérieur	12 237	12 360	1,0
Administration fédérale	2 475	2 305	-6,9
Administrations provinciales et organismes provinciaux de recherche	339	338	-0,3
Secteur privé à but non lucratif	161	169	5,0
Total, sources de financement	**30 748**	**30 572**	**-0,6**
Entreprises commerciales	14 282	14 119	-1,1
Administration fédérale	5 920	5 806	-1,9
Enseignement supérieur	5 478	5 533	1,0
Administrations provinciales et organismes provinciaux de recherche	2 043	2 066	1,1
Sources étrangères	1 831	1 842	0,6
Secteur privé à but non lucratif	1 193	1 207	1,2

Remarque : Les chiffres ayant été arrondis, les totaux ne correspondent pas toujours exactement à la somme de leurs composantes.

Source : Statistique Canada, janvier 2015.

Figure 4.3 : **Dépenses de R&D des entreprises au Canada et dans d'autres pays de l'OCDE en pourcentage du PIB, 2013 ou année la plus récente (%)**



-n = les données correspondent à un nombre *n* d'années avant l'année de référence.

Source : Institut de statistique de l'UNESCO, août 2015.

Le Canada se distingue d'autres membres de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE), qui sont parvenus à revenir au ratio DIRD/PIB en vigueur avant 2008. Le Canada est ainsi le seul pays du G7 dont le ratio a baissé entre 2008 et 2012. Les dépenses de R&D consenties par les entreprises (DIRDE) suivent une tendance similaire (figure 4.3). Le ratio DIRDE/PIB, qui avait atteint 1,3 % en 2001, a chuté à 0,8 % en 2013. Dans les pays de l'OCDE, la part moyenne des DIRDE dans le PIB est passée de 1,4 % en 2004 à 1,6 % en 2013. L'industrie pharmaceutique, le secteur des produits chimiques et le secteur de la production de métaux primaires et de produits métalliques sont parmi les secteurs qui ont connu une érosion des dépenses de R&D au Canada.

La baisse des investissements de R&D industrielle a également entraîné une réduction des effectifs du personnel de R&D. Entre 2008 et 2012, ils sont passés de 172 744 à 132 156, soit une baisse de 23,5 % des emplois liés à la R&D industrielle. Selon les analyses les plus récentes de Statistique Canada, les effectifs de R&D du secteur industriel ont diminué de 13 440 (9,2 %) entre 2011 et 2012, soit la deuxième baisse la plus importante depuis 2008-2009, période à laquelle 17 560 emplois avaient été supprimés (tableau 4.2).

Les dernières données de Statistique Canada montrent que les pertes d'emploi dans ce secteur ne concernent pas seulement les entreprises. Ainsi, en 2012, les administrations fédérales et provinciales ont également réduit leurs effectifs de R&D (tableau 4.2).

Tableau 4.2 : **Personnel de R&D au Canada par secteur, 2008-2012**

Secteur	2008	2009	2010	2011	2012
Administration fédérale	16 270	17 280	17 080	16 960	16 290
Chercheurs	7 320	7 670	8 010	7 850	7 870
Techniciens	4 700	5 170	4 900	4 760	4 490
Personnel auxiliaire	4 250	4 440	4 170	4 350	3 930
Administrations provinciales	2 970	2 880	2 800	2 780	2 780
Chercheurs	1 550	1 500	1 600	1 600	1 620
Techniciens	890	880	770	750	750
Personnel auxiliaire	530	500	430	420	420
Entreprises commerciales	172 740	155 180	144 270	145 600	132 160
Chercheurs	98 390	93 360	94 530	97 030	88 960
Techniciens	52 080	47 190	38 570	39 290	32 950
Personnel auxiliaire	22 280	14 630	11 180	9 280	10 240
Enseignement supérieur	62 480	60 180	67 590	70 010	71 320
Chercheurs	49 450	47 350	53 970	56 090	57 510
Techniciens	6 790	6 680	7 150	7 310	7 250
Personnel auxiliaire	6 240	6 150	6 470	6 610	6 550
Secteur privé à but non lucratif	2 190	1 240	1 300	1 240	1 390
Chercheurs	500	340	530	520	590
Techniciens	900	470	540	500	510
Personnel auxiliaire	790	430	230	220	290
Total	**256 650**	**236 760**	**233 060**	**236 590**	**223 930**
Chercheurs	157 200	150 220	158 660	163 090	156 550
Techniciens	65 350	63 380	51 930	52 620	45 950
Personnel auxiliaire	34 090	26 150	22 470	20 880	21 430

Source : Statistique Canada, CANSIM, tableau 358-0159 ; *Research Money*, 22 décembre 2014.

POLITIQUES DE R&D INDUSTRIELLE

Le manque d'innovation des entreprises se traduit par une faible croissance de la productivité

La faiblesse permanente de la performance du secteur privé canadien en matière d'innovation demeure un enjeu majeur. C'est ce que montre un rapport de synthèse du Conseil des académies canadiennes (CAC, 2013a). Ce document présente la synthèse des principaux résultats de sept rapports d'évaluation, desquels ressortent deux conclusions principales : dans l'ensemble, la recherche universitaire canadienne est vigoureuse et jouit d'une très bonne réputation dans le monde. En revanche, les entreprises canadiennes innovent peu par rapport à celles d'autres pays, et cela constitue la principale cause de la faible croissance de la productivité au Canada.

Le rapport (CAC, 2013a) pose la question suivante :

> *Comment l'économie canadienne peut-elle jouir constamment d'une relative prospérité, malgré sa faiblesse en matière d'innovation et une piètre croissance de sa productivité ? La réponse est que les entreprises canadiennes ont innové autant qu'elles en ont eu besoin. Jusqu'au début des années 2000, leur compétitivité était soutenue par un grand réservoir de main-d'œuvre et un taux de change favorable, qui rendaient moins urgente une croissance de la productivité. Depuis, l'explosion des prix des matières premières a maintenu dans l'ensemble le niveau de revenu du pays.*

Le rapport note que le défi fondamental du Canada sera de transformer son économie fondée sur les ressources naturelles en une économie capable d'offrir une variété accrue de biens et services sur des marchés beaucoup plus nombreux, où les entreprises devront principalement innover en matière de produits et de commercialisation pour demeurer concurrentielles. Et si davantage d'entreprises canadiennes, par pure nécessité, élaborent des stratégies centrées sur l'innovation, elles créeront une « pression de demande » beaucoup plus forte sur les solides capacités du Canada en matière de science et de technologie.

En effet, un second rapport du Conseil des académies canadiennes sur *L'état de la R-D industrielle au Canada* a conclu que la performance du Canada dans ce domaine demeure

médiocre pour diverses raisons complexes et souvent mal comprises, hormis dans quatre secteurs qui affichent une santé remarquable (CAC, 2013b) :

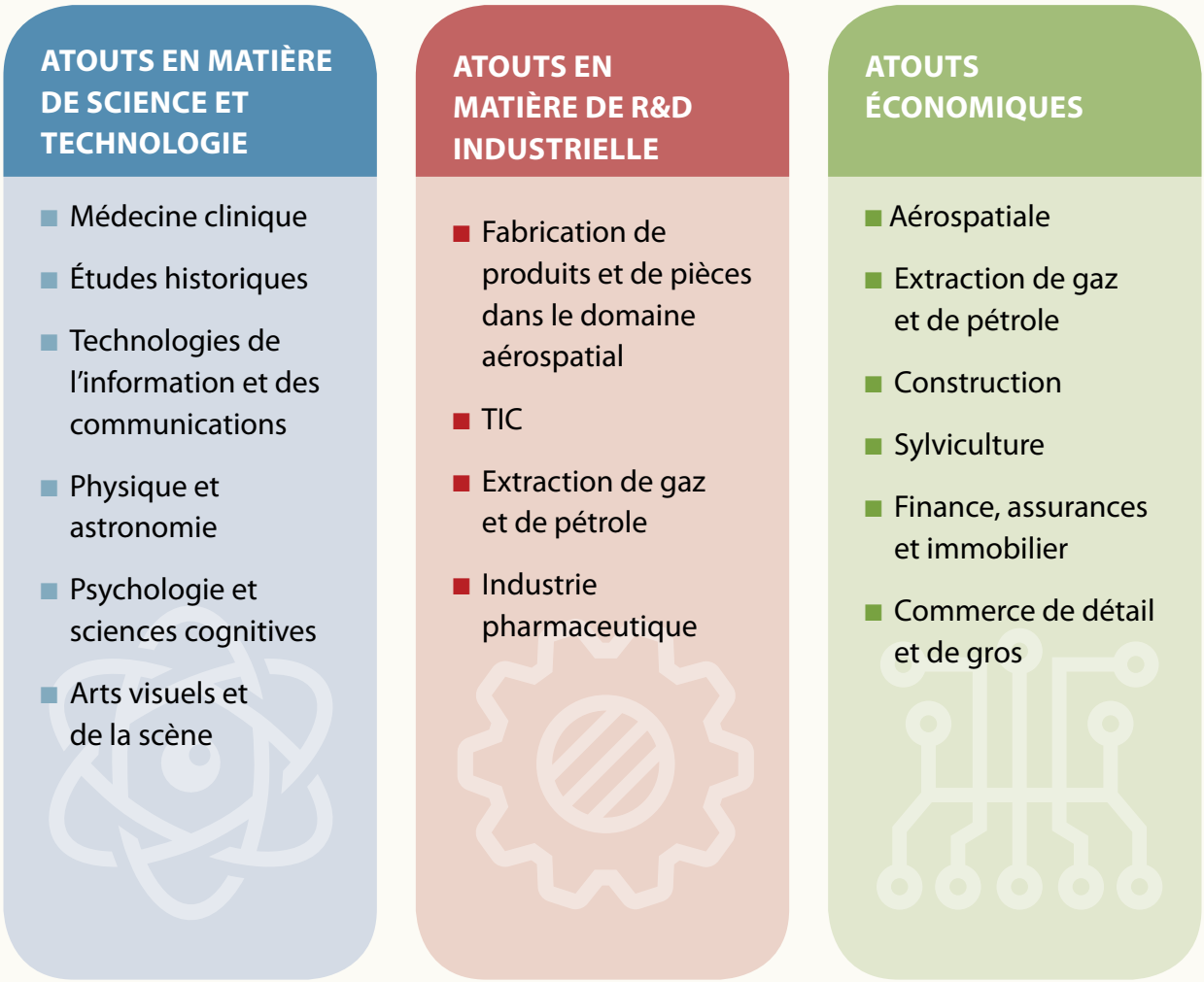
- La fabrication de produits et pièces dans le domaine aérospatial ;
- Les technologies de l'information et des communications (TIC) ;
- L'extraction de pétrole et de gaz ;
- L'industrie pharmaceutique.

Le rapport du comité a conclu que si les activités de R&D sont extensives et réparties sur un vaste éventail de secteurs, la relation entre la R&D, d'une part, et la science et la technologie, d'autre part, est asymétrique. En termes de répartition géographique, le comité a conclu que les atouts du Canada en matière de R&D industrielle étaient concentrés sous forme de grappes dans certaines régions du pays : l'Ontario et le Québec pour le secteur aérospatial ; l'Ontario, le Québec et la Colombie-Britannique pour les TIC ; la Colombie-Britannique et l'Alberta pour l'extraction du gaz et du pétrole ; et l'Ontario, le Québec et la Colombie-Britannique pour les produits pharmaceutiques.

Le rapport a également examiné la correspondance entre les atouts du Canada dans les domaines de la science et de la technologie (S-T), de la R&D industrielle et de l'économie en général (figure 4.4). Il conclut qu'en dépit de certains points de convergence, la correspondance entre les atouts du Canada dans ces trois domaines est limitée, pour des raisons qui restent en partie inexpliquées (CAC, 2013b).

> *Avec un solide système d'enseignement postsecondaire et des recherches universitaires de classe mondiale, le Canada possède les bases qui lui permettent de bien investir dans la R&D industrielle. Mais c'est trop simpliste d'essayer d'établir une relation directe et linéaire entre atouts scientifiques et R&D industrielle, en particulier dans un contexte où les industries à forte intensité de R&D industrielle forment une part de l'économie plus petite au Canada que dans d'autres pays avancés.*

Figure 4.4 : **Les atouts du Canada en matière de science et technologie, de R&D industrielle et sur le plan économique**



Source : Adapté de CAC (2013b).

Comment encourager efficacement l'investissement privé dans des entreprises présentant un potentiel élevé ?

Le gouvernement fédéral a testé, en collaboration avec certaines provinces, plusieurs mécanismes visant à refaçonner la culture d'entreprise dans ce domaine, qui ont toutefois connu un succès mitigé. Par exemple, en janvier 2013, le gouvernement a annoncé son *Plan d'action sur le capital de risque*, une stratégie qui vise à injecter 400 millions de dollars canadiens de nouveaux capitaux dans les 7 à 10 prochaines années pour stimuler par effet de levier l'investissement privé sous forme de capital-risque.

Dans le cadre de ce *Plan d'action*, le gouvernement a dégagé 60 millions de dollars canadiens en 2013 sur cinq ans, avec 40 millions supplémentaires en 2014, pour aider les incubateurs et les accélérateurs d'entreprises exceptionnels à proposer leurs services à des entrepreneurs méritants. Le Programme canadien des accélérateurs et des incubateurs (PCAI[4]) a par la suite publié un appel à propositions de recherche le 23 septembre 2013, auquel ont répondu près de 100 candidats. Le PCAI est géré par le Programme d'aide à la recherche industrielle (PARI) du Conseil national de recherches du Canada, qui a évalué les propositions reçues sur la base de critères stricts d'éligibilité et de sélection. Ces critères incluent :

- Le potentiel du projet à encourager la croissance d'entreprises en phase de démarrage qui représentent des opportunités d'investissement majeures ;
- La capacité du projet à développer des réseaux d'entrepreneurs avec d'autres entreprises et organisations importantes, afin de fournir aux entrepreneurs une gamme plus large de services spécialisés ;
- La capacité de l'organisation à mettre à disposition des ressources équivalentes, financières ou en nature (par exemple, ressources de mentorat, soutien administratif) pour les activités proposées ;
- La démonstration crédible que les activités proposées s'ajoutent à des opérations existantes.

Un système de financement « inutilement complexe »

La réticence du secteur privé à investir dans des entreprises à fort potentiel a fait l'objet de débats ces dernières années. En remettant au Ministre d'État aux sciences et à la technologie le rapport du groupe d'experts qu'il a présidé sur le soutien fédéral de la R&D en octobre 2011, Tom Jenkins a déclaré que « compte tenu de la taille de l'économie canadienne, le soutien du gouvernement à la R&D en entreprise au Canada est parmi les plus généreux au monde, mais le faible investissement des entreprises en R&D nous place près des derniers [...]. Ce que nous avons pu observer, c'est un système de financement inutilement complexe et difficile d'accès » (Jenkins *et al*., 2011). L'une des recommandations phares du groupe d'experts était de créer un Conseil sur la recherche et l'innovation industrielles qui serait chargé d'exécuter les 60 programmes fédéraux de soutien à l'innovation en entreprise, qui relèvent de 17 ministères fédéraux. Le gouvernement n'a pas suivi cette recommandation.

Le *Plan d'action sur le capital de risque* a reçu un accueil mitigé. Des voix se sont notamment élevées pour critiquer l'utilisation de l'argent du contribuable pour développer des fonds de capital-risque alors que ce devrait être le rôle du secteur privé.

Sur le long terme, toute tentative de rassembler davantage de données factuelles concernant les mesures efficaces pour l'économie du savoir unique au Canada exigera une approche plus réfléchie et mieux coordonnée que celle du *Plan d'action sur le capital de risque*. Des universitaires viennent justement d'élaborer un rapport qui étudie 10 critères de la politique susceptibles de fournir un cadre plus robuste à la politique de l'innovation au Canada (Université d'Ottawa, 2013). Leur rapport s'appuie sur des données publiées sur une période de 60 ans pour établir cette liste de 10 critères, dont voici quelques exemples :

- La politique ne préjuge pas de l'utilité pratique d'une catégorie de connaissances ;
- La politique établit des normes de mesure qui englobent le processus d'innovation (et pas seulement les intrants et les extrants) ;
- La politique préconise les systèmes de connaissances « ouverts » plutôt que les systèmes de connaissances « exclusifs ».

Une diplomatie scientifique à visée commerciale

En 2014, la moitié des publications scientifiques canadiennes comptaient au moins un partenaire étranger parmi les auteurs, alors que la moyenne au sein de l'OCDE s'élève seulement à 29,4 % (figure 4.5). Le taux de collaboration du Canada avec son partenaire le plus proche, les États-Unis, a diminué : la part de publications internationales rédigées en collaboration avec des scientifiques américains est ainsi passée de 38 % en 2000 à 25 % en 2013, selon Science-Metrix.

Au Canada, les partenariats de recherche et la diplomatie scientifique sont de plus en plus liés aux opportunités commerciales. Il est significatif que le réseau de l'innovation du Canada ne soit pas géré par le service extérieur, mais par le Service des délégués commerciaux du Canada du Ministère des affaires étrangères, du commerce et du développement. Ce super ministère, créé dans le cadre du *Plan d'action économique 2013* est le fruit de la fusion du Ministère des affaires étrangères et du commerce international (MAECI) et de l'Agence canadienne de développement international (ACDI), qui existait depuis 1968.

Deux dispositifs récents illustrent la tendance à la commercialisation de la diplomatie scientifique : le Programme de partenariats internationaux en science et technologie Canada (ISTPCanada) et le partenariat entre le Canada et le Programme EUREKA de l'Union européenne.

ISTPCanada a été lancé en 2007 pour mettre les innovateurs canadiens en relation avec des partenaires de R&D dans le monde et leur permettre d'accéder à des financements et des marchés. Il a été mandaté par le Ministère des affaires étrangères, du commerce et du développement pour faciliter la création de nouveaux partenariats entre des entreprises ou institutions de recherche (universités comprises) canadiennes

4. Le PCAI offre un financement sur une période de cinq ans sous forme de contributions non remboursables d'un montant maximal de 5 millions de dollars canadiens à un nombre limité d'incubateurs et d'accélérateurs d'entreprises qui se démarquent par un rendement exceptionnel.

Encadré 4.1 : **Le Canada, la Chine et Israël s'apprêtent à partager un incubateur de recherche agricole**

En septembre 2013, le Canada, Israël et la Chine ont décidé de créer un incubateur conjoint visant à favoriser le développement et la commercialisation de technologies agricoles issues de la recherche collaborative.

L'incubateur a été installé dans la zone de démonstration des industries agricoles de haute technologie de Yangling, considérée comme « l'épicentre agricole de la Chine ». L'incubateur permettra à des entreprises commerciales des trois pays de mettre en commun leurs efforts de R&D, d'avoir accès aux opportunités du marché et d'accélérer la commercialisation de nouvelles agrotechnologies. En 2012, les exportations agricoles canadiennes vers la Chine ont dépassé le seuil des 5 milliards de dollars canadiens.

Lors de la signature de l'accord, le Dr Henri Rothschild, président-directeur général d'International Science and Technology Partnerships Canada (ISTPCanada) et de la Fondation Canada-Israël pour la recherche et le développement industriels a fait remarquer que « les innovations obtenues ouvriront de nouveaux marchés asiatiques pour les collaborateurs, tout en permettant de développer l'utilisation durable de terres moins productives et d'améliorer la qualité et la sécurité alimentaires ».

M. Michael Khoury, consul chargé des affaires économiques au Consulat général d'Israël, s'est félicité du lancement du projet d'incubateur, qui représente l'opportunité pour son pays « de consolider la collaboration existante avec le Canada et la Chine et de mobiliser nos atouts multidisciplinaires pour peser dans ce secteur essentiel ».

M. Wang Jun Quan, directeur général adjoint du Comité administratif de la zone de démonstration des industries agricoles de haute technologie de Yangling, s'est dit fier d'accueillir l'incubateur et de faciliter la collaboration avec des innovateurs canadiens et israéliens. « Ce centre répondra aux besoins de Yangling dans le domaine agricole et contribuera à renforcer le statut de plateforme mondiale de l'agro-innovation de la région », a-t-il déclaré.

Source : Communiqué de presse d'ISTPCanada, 3 octobre 2013.

et leurs homologues de quatre pays partenaires commerciaux majeurs : Brésil, Chine, Inde et Israël. Trois provinces canadiennes sur 10 ont participé au programme : l'Alberta, la Colombie-Britannique et l'Ontario. Entre 2007 et mars 2012, ISTPCanada a entamé les premières démarches en vue du développement de 24 partenariats avec la Chine, 16 avec l'Inde, 5 avec le Brésil, ainsi que 5 activités multilatérales avec ces trois pays. L'encadré 4.1 ci-dessus fournit un exemple. ISTPCanada a également financé 29 projets bilatéraux de R&D[5] : 17 avec la Chine, 8 avec l'Inde et 4 avec le Brésil. ISTPCanada a couvert 50 % de la participation canadienne aux projets de recherche conjointe approuvés, parmi les projets proposés par des entreprises, des universités/collèges et des instituts de recherche privés. ISTPCanada a estimé que ses investissements génèrent un effet de levier correspondant à quatre fois le montant des projets de R&D qu'il finance. Ainsi les 10,9 millions de dollars canadiens investis dans des projets de R&D entre 2007 et 2012 auraient généré 37,9 millions de dollars canadiens. ISTPCanada a cessé ses activités en 2015, faute de financement suffisant de la part du ministère responsable[6].

Le partenariat entre le Canada et le Programme EUREKA offre aux entreprises canadiennes un plus large accès aux marchés de l'Union européenne. Eureka est une initiative intergouvernementale paneuropéenne visant à soutenir la compétitivité des entreprises européennes en encourageant les activités de R&D orientées vers le marché par le biais de la collaboration internationale. L'accord de partenariat a été signé le 22 juin 2012 à Budapest (Hongrie), le Conseil national de recherches ayant été désigné comme le Bureau national canadien chargé de la coordination de projets pour EUREKA. Lors de la signature, le Ministre d'État aux sciences et à la technologie de l'époque, Gary Goodyear, a déclaré : « La priorité absolue de notre gouvernement est l'économie, soit la création d'emplois, la croissance et la prospérité à long terme au profit des travailleurs, des entreprises et des familles du Canada. Grâce à la participation du Canada à l'initiative EUREKA, nos entreprises seront mieux placées pour accéder aux marchés internationaux et accélérer la mise au point et la commercialisation de leurs technologies. »

De petites entreprises innovantes canadiennes ont rapidement bénéficié du statut de membre associé du réseau Eureka dont jouit le Canada. En septembre 2014, 15 projets avaient été lancés en vue du développement de technologies dans des domaines allant de l'usinage virtuel au dessalement de l'eau. Ces projets de R&D industrielle orientés vers le marché, d'une valeur de plus de 20 millions de dollars canadiens ont aidé des entreprises canadiennes à établir des partenariats individuels ou à participer à des initiatives stratégiques, dites « clusters », avec des entreprises européennes, mais aussi d'Israël et de la République de Corée.

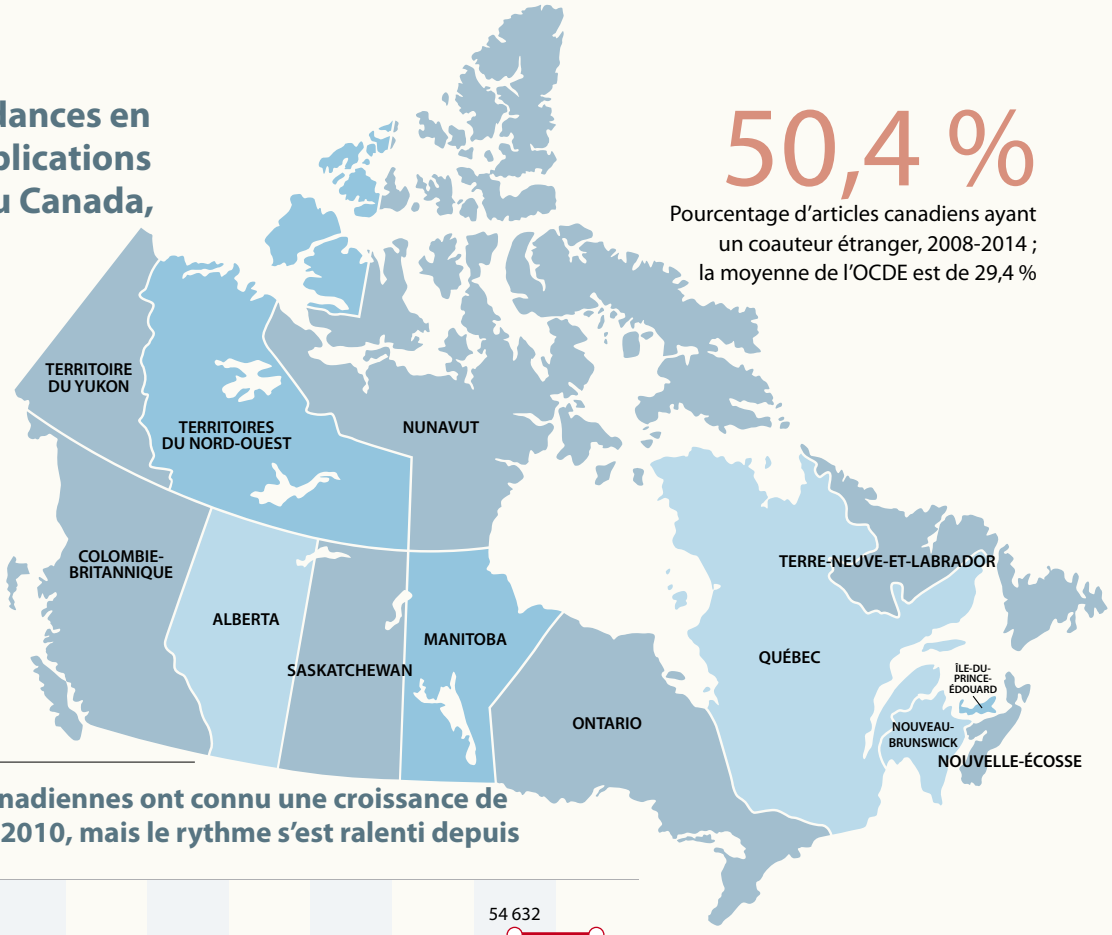
5. Les principaux partenaires d'ISTPCanada sont: pour la Chine, le Ministère des sciences et technologies et la China Association for International Exchange of Personnel (CAIEP) ; pour l'Inde, la Global Innovation and Technology Alliance, le Ministère des sciences et technologies et le Ministère des biotechnologies ; pour le Brésil, la Fondation de recherche de l'État de São Paulo (FAPESP) et la Fondation d'appui à la recherche de l'État du Minas Gerais (FAPEMIG).

6. Dans un entretien prémonitoire paru dans le numéro de *Research Money* du 10 février 2015, le PDG d'ISTPCanada, Pierre Bilodeau, déclarait que l'avenir de son institution paraissait incertain, faute d'argent et de temps suffisants pour renouveler son mandat. Sans perspective de nouveaux financements, ISTPCanada a fermé ses portes en avril 2015.

Figure 4.5 : **Tendances en matière de publications scientifiques au Canada, 2005-2014**

1,25

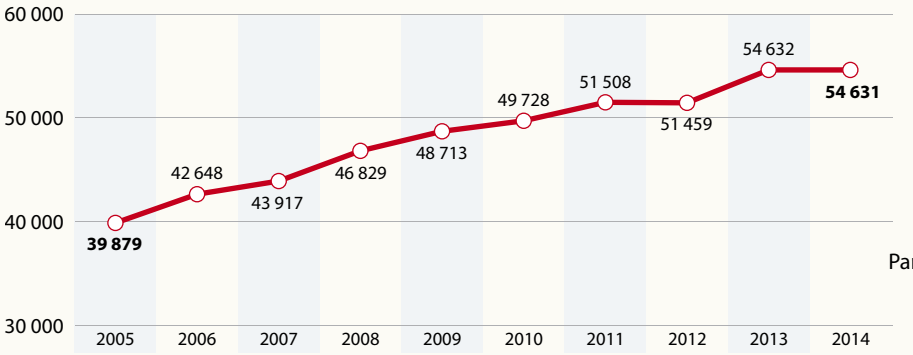
Taux de citation moyen des publications canadiennes, 2008-2012 ; la moyenne de l'OCDE est de 1,08



50,4 %

Pourcentage d'articles canadiens ayant un coauteur étranger, 2008-2014 ; la moyenne de l'OCDE est de 29,4 %

Les publications canadiennes ont connu une croissance de 21 % entre 2005 et 2010, mais le rythme s'est ralenti depuis

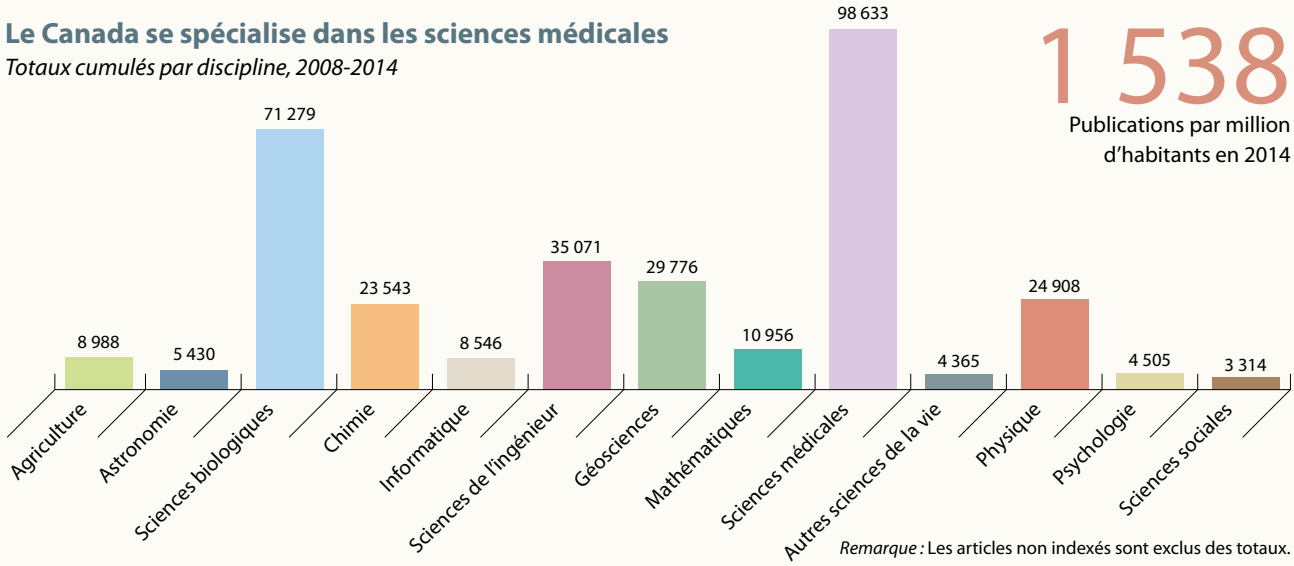


13,1%

Part des publications canadiennes dans les 10 % des publications les plus citées ; la moyenne de l'OCDE est de 11,2 %

Le Canada se spécialise dans les sciences médicales

Totaux cumulés par discipline, 2008-2014



1 538

Publications par million d'habitants en 2014

Remarque : Les articles non indexés sont exclus des totaux.

Les scientifiques canadiens publient surtout en collaboration avec des partenaires américains

Principaux partenaires étrangers, 2008-2014 (nombre d'articles)

	1er partenaire	2e partenaire	3e partenaire	4e partenaire	5e partenaire
Canada	États-Unis (85 069)	Royaume-Uni (25 879)	Chine (19 522)	Allemagne (19 244)	France (18 956)

Source : Plate-forme de recherche Web of Science de Thomson Reuters, Science Citation Index Expanded ; traitement des données par Science-Metrix.

POLITIQUES RELATIVES À LA RECHERCHE D'INTÉRÊT GÉNÉRAL

Coupes budgétaires : une menace pour la réputation internationale du Canada dans le domaine du savoir ?

La réputation internationale du Canada dans le domaine du savoir est en péril. La science publique et les scientifiques fédéraux sont devenus les cibles des coupes budgétaires. Cette situation a conduit à une mobilisation sans précédent de différents intérêts pour tenter de contrer cette tendance inquiétante. Les coupes budgétaires sont en partie la conséquence de la politique d'austérité du gouvernement mais elles reflètent également un penchant idéologique pour la réduction des effectifs de la fonction publique. Un ouvrage documentant une série sans précédent d'affaires publiques a accusé le gouvernement canadien de s'en prendre à la science pour le bien public et même de museler ses propres scientifiques (Turner, 2013).

L'Institut professionnel de la fonction publique du Canada (IPFPC) a réalisé deux sondages pour recenser les inquiétudes des scientifiques. Le premier d'entre eux (IPFPC, 2013) a suscité plus de 4 000 réponses. D'après les résultats du sondage, près des trois quarts (74 %) des scientifiques fédéraux interrogés pensaient que le partage des résultats scientifiques était devenu trop restrictif au cours des cinq précédentes années, et sensiblement la même proportion (71 %), que l'interférence politique avait compromis la capacité du Canada à élaborer des politiques, des lois et des programmes sur la base de données scientifiques. Selon l'enquête, près de la moitié (48 %) des scientifiques ont mentionné des situations concrètes dans lesquelles leur ministère ou organisme de tutelle avait supprimé certaines informations, ce qui avait entraîné des impressions incomplètes, inexactes ou trompeuses chez le grand public, les entreprises et/ou d'autres agents de la fonction publique.

D'après le deuxième sondage[7] (IPFPC, 2014), les compressions budgétaires continues qui affectent la science publique diminueraient la capacité du gouvernement à élaborer et mettre en œuvre des politiques fondées sur des données scientifiques. Le rapport correspondant, intitulé *La désintégration de la science publique au Canada* a noté qu'« entre 2008 et 2013, 596 millions de dollars canadiens au total (en dollars constants de 2007) ont été retranchés aux budgets de la science et de la technologie des ministères et organismes à vocation scientifique, et 2 141 équivalents temps plein (ETP) ont été éliminés » (IPFPC, 2014).

Le rapport note que, du fait des compressions budgétaires, « des programmes entiers ont été perdus, dont la Table ronde nationale sur l'environnement et l'économie, financée par Environnement Canada – qui durant 25 ans a été le groupe consultatif fédéral prépondérant sur le développement durable – le Conseil de contrôle des renseignements relatifs aux matières dangereuses, la Fondation canadienne pour les sciences du climat et de l'atmosphère et le programme de surveillance des contaminants et de la toxicologie marine, financé par Pêches et Océans Canada » (IPFPC, 2014). Voir figure 4.6 et tableau 4.3.

D'après le rapport, « le pire reste à venir. Entre 2013 et 2016, 10 ministères et organismes à vocation scientifique seront privés de 2,6 milliards de dollars au total[8] et devraient perdre 5 064 équivalents temps plein » (IPFPC, 2014). Selon l'Institut de statistique de l'UNESCO, 9 490 chercheurs ETP étaient employés dans le secteur gouvernemental en 2010 et 57 510 dans le secteur universitaire.

Le rapport s'inquiète des effets négatifs pour la recherche fondamentale et d'intérêt général des nouvelles priorités budgétaires qui visent à encourager la science orientée vers des retombées commerciales. Le rapport souligne ainsi que si « les dépenses internes de sciences et de technologie[9], axées surtout sur la protection de la santé publique, la sécurité publique et l'environnement, devraient être réduites de 162 millions de dollars canadiens en 2013-2014, les dépenses externes de S&T liées à des entreprises commerciales devraient quant à elles augmenter de 68 millions » (IPFPC, 2014). Les auteurs citent un sondage d'opinion réalisé auprès du public par Environics en novembre 2013, dans lequel 73 % des personnes interrogées déclaraient que la protection de la santé publique, de la sécurité et de l'environnement devrait être la priorité absolue de l'activité scientifique gouvernementale (IPFPC, 2014).

Le sondage montre également que les scientifiques fédéraux craignent que les nouvelles politiques ministérielles sur la propriété intellectuelle et l'obtention de l'autorisation de publier, et les politiques restrictives concernant les voyages et la participation à des conférences internationales ne compromettent les possibilités de collaboration scientifique internationale du Canada (IPFPC, 2014). En effet, un récent rapport d'évaluation des politiques des ministères fédéraux à vocation scientifique relatives aux médias (Magnuson-Ford et Gibbs, 2014) est arrivé aux conclusions suivantes :

- Les politiques relatives aux médias des ministères fédéraux à vocation scientifique ont été évaluées en termes d'ouverture de la communication, de protection contre les interférences politiques, de respect des droits liés à la liberté d'expression et de protection des lanceurs d'alerte. Dans leur grande majorité, les politiques actuelles n'encouragent pas une communication ouverte entre les scientifiques fédéraux et les médias ;
- Les politiques du gouvernement relatives aux médias ne soutiennent pas une communication ouverte et rapide entre les scientifiques et les journalistes et ne protègent pas le droit des scientifiques à la liberté d'expression ;
- Les politiques du gouvernement relatives aux médias ne protègent pas la communication scientifique des interférences politiques ;
- Plus de 85 % des ministères évalués (soit 12 sur 14) ont reçu un C ou une note inférieure.

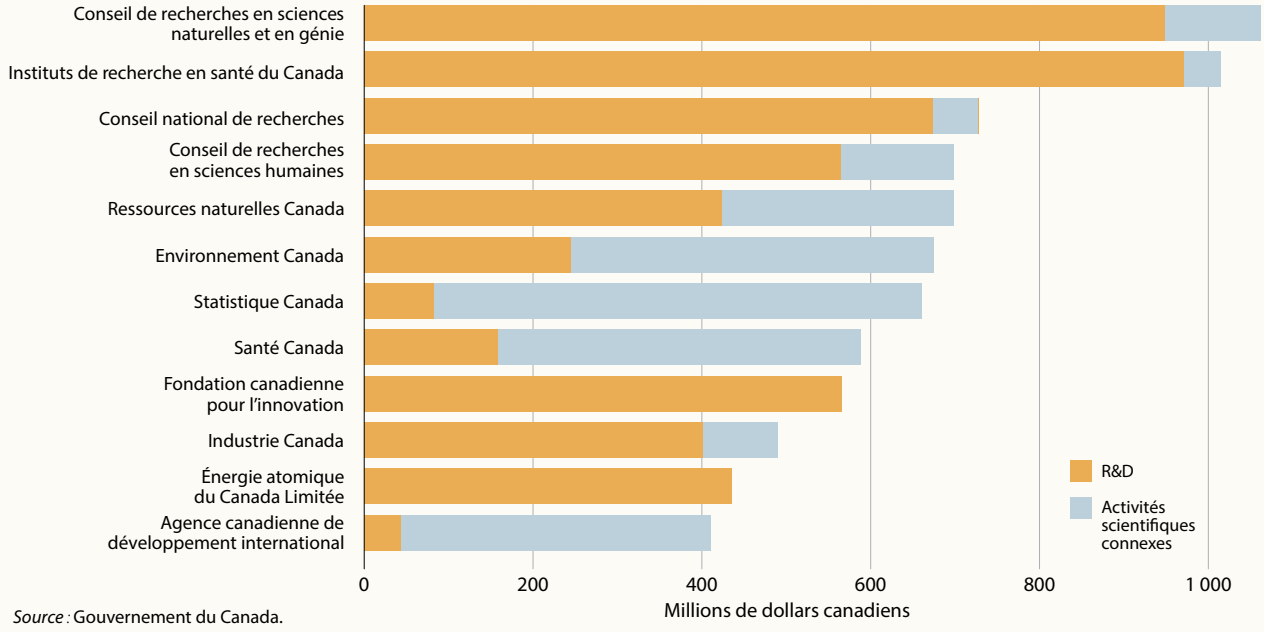
7. L'invitation à participer au sondage en ligne sur les scientifiques fédéraux a été envoyée à 15 398 membres de l'IPFPC (scientifiques, chercheurs et ingénieurs) répartis dans plus de 40 ministères et organismes fédéraux. 4 069 (26 %) ont répondu à l'invitation (IPFPC, 2014).

8. Agence canadienne d'inspection des aliments, Agence de la santé publique du Canada, Agence spatiale canadienne, Agriculture et Agroalimentaire Canada, Conseil national de recherches du Canada, Environnement Canada, Industrie Canada, Pêches et Océans Canada, Ressources naturelles Canada et Santé Canada

9. Aux fins du présent chapitre, la science publique désigne les activités de R&D conduites au sein des ministères et des organismes à vocation scientifique.

Figure 4.6 : **Principaux ministères et organismes fédéraux canadiens à vocation scientifique**

Par prévisions de dépenses pour 2012



Source : Gouvernement du Canada.

Tableau 4.3 : **Dépenses de l'administration fédérale canadienne en science et technologie par objectif socio-économique, 2011-2013**

	2010-2011		2011-2012		2012-2013	
	Intra-muros	Extra-muros	Intra-muros	Extra-muros	Intra-muros	Extra-muros
	En millions de dollars canadiens					
Total	2 863	4 738	2 520	4 381	2 428	4 483
Exploration et exploitation du milieu terrestre	90	77	86	92	59	93
Transport	64	56	60	58	51	49
Télécommunications	46	52	41	35	34	35
Autres infrastructures et aménagement du territoire	44	76	42	37	35	43
Pollution et protection de l'environnement	200	227	208	225	121	251
Protection et amélioration de la santé humaine	280	1 432	264	1 415	240	1 512
Production, distribution et utilisation rationnelle de l'énergie	717	269	545	257	561	161
Agriculture	360	179	354	154	409	1 603
Pêcheries	7	29	7	21	6	17
Sylviculture	70	90	69	58	70	54
Production et technologie industrielles	206	801	182	799	153	937
Structures et relations sociales	156	222	125	243	141	264
Structures et exploitation de l'espace	78	228	74	268	61	195
Recherches non orientées	247	938	240	641	211	636
Autres recherches civiles	21	4	14	2	16	1
Défense	276	57	211	76	258	71

Remarque : Les dépenses fédérales en S&T correspondent à la somme des dépenses de R&D et des dépenses dans les activités scientifiques liées. Les coûts indirects (non liés aux programmes) sont exclus des dépenses intra-muros.

Source : Statistique Canada, août 2014.

Réponse du gouvernement fédéral à l'enquête

Répondant partiellement à ces critiques, le gouvernement fédéral a lancé mi-2014 un examen confidentiel de la science publique dirigé par un groupe d'experts chargés de remettre leur rapport à un groupe de vice-ministres responsables de la science et de la recherche. L'examen visait à fournir une perspective externe éclairée de la science publique et à proposer des idées et des approches pour réformer la pratique de la science dans les ministères et organismes à vocation scientifique afin de relever les défis actuels et futurs, tout en reconnaissant la nature et la valeur des activités scientifiques financées par l'État. Le groupe d'experts a remis ses propositions confidentielles fin 2014. Il est difficile de savoir si des mesures ont été prises sur la base de ce rapport.

En octobre 2013, le gouvernement fédéral a annoncé son intention de réviser la stratégie fédérale en matière de science, de technologie et d'innovation, présentée par le Premier Ministre en mai 2007. Un bref document de travail a accompagné les consultations organisées en janvier 2014 sous l'égide de Greg Rickford[10], ancien Ministre d'État aux sciences et à la technologie, remplacé en mars 2014 par Ed Holder, qui a hérité du dossier.

En décembre 2014, le Premier Ministre Stephen Harper a lancé la stratégie révisée, intitulée *Un moment à saisir pour le Canada : Aller de l'avant dans le domaine des sciences, de la technologie et de l'innovation 2014*. Il s'agit essentiellement d'un rapport d'étape sur les actions entreprises par le gouvernement depuis 2007. Les nouveaux engagements n'ont bénéficié d'aucun financement.

Par rapport à la précédente stratégie de 2007, la nouvelle stratégie définit l'innovation comme l'un de ses piliers centraux (tableau 4.4). *Un moment à saisir pour le Canada* affirme que « la *Stratégie 2014* place l'innovation au premier plan – en favorisant l'innovation dans les entreprises, en créant des synergies avec les capacités de recherche du Canada, et en utilisant la main-d'œuvre qualifiée et

10. En mai 2014, Greg Rickford a été nommé Ministre des ressources naturelles et Ministre de l'initiative fédérale du développement économique dans le Nord de l'Ontario ; poste qu'il avait déjà occupé en 2011.

Tableau 4.4 : **Priorités du gouvernement fédéral canadien pour 2007 et 2014**

Stratégie fédérale en matière de sciences et de technologie de 2007		**Stratégie fédérale en matière de sciences et de technologie de 2014**	
Domaine prioritaire	*Sous-priorités*	*Domaine prioritaire*	*Sous-priorités*
Science et technologies de l'environnement	■ Eau : santé, énergie, sécurité ■ Méthodes plus propres pour l'extraction, le raffinage et l'utilisation des hydrocarbures, y compris la réduction de la consommation de ces carburants	**Environnement et agriculture**	■ Eau : santé, énergie, sécurité ■ Biotechnologie ■ Aquaculture ■ Méthodes durables pour accéder aux ressources énergétiques et minérales tirées de sources non conventionnelles ■ Alimentation et systèmes alimentaires ■ Recherche sur les changements climatiques et technologie connexe ■ Atténuation des catastrophes
Ressources naturelles et énergie	■ Production d'énergie à partir des sables bitumineux ■ Arctique : production de ressources, adaptation aux changements climatiques, suivi ■ Biocombustibles, piles à combustible et énergie nucléaire	**Ressources naturelles et énergie**	■ Arctique : exploitation et suivi responsables ■ Bioénergie, piles à combustible et énergie nucléaire ■ Bioproduits ■ Sécurité des pipelines
Santé et sciences et technologies de la vie	■ Médecine régénératrice ■ Neurosciences ■ Santé chez une population vieillissante ■ Génie biomédical et technologies médicales	**Santé et sciences de la vie**	■ Neurosciences et santé mentale ■ Médecine régénératrice ■ Santé chez une population vieillissante ■ Génie biomédical et technologies médicales
Technologies de l'information et de la communication	■ Nouveaux médias, animation et jeux ■ Réseaux et services sans fil ■ Réseaux à large bande ■ Matériel de télécommunication	**Technologies de l'information et de la communication**	■ Nouveaux médias, animation et jeux ■ Réseaux et services de communication ■ Cybersécurité ■ Analyse et capacités avancées de gestion des données ■ Systèmes machine à machine ■ Informatique quantique
		Fabrication de pointe	■ Automatisation (notamment robotique) ■ Matériaux légers et technologies connexes ■ Fabrication additive ■ Matériaux quantiques ■ Nanotechnologie ■ Aérospatiale ■ Secteur automobile

Source : Données compilées par l'auteur.

novatrice [du] pays. Elle met l'accent sur la nécessité pour les entreprises de toutes tailles de définir et de mettre en œuvre pour elles-mêmes les sciences, la technologie et l'innovation dont elles ont besoin pour être concurrentielles aux niveaux national et international ». Il convient de noter que la stratégie demande au secteur du commerce de faire preuve d'une sorte de volontarisme pour redéfinir sa stratégie d'investissement en faveur de l'innovation. Elle laisse ainsi le soin au marché d'élaborer son propre modèle.

Dans le même temps, des initiatives de politique publique ciblant la STI sont mises en avant dans plusieurs domaines, pour inciter au changement. Nous abordons brièvement ci-après certains des thèmes qui font actuellement l'objet d'un débat.

Devenir une « superpuissance énergétique mondiale »

Au début de son mandat, l'actuel Premier Ministre a affirmé que le Canada entendait devenir une superpuissance énergétique au plan international[11]. De ce fait, le gouvernement a fait preuve d'un empressement remarquable pour trouver de nouveaux marchés pour le gaz et le pétrole – en particulier le pétrole des sables bitumineux d'Alberta. Cela n'a pas été sans susciter la controverse, au Canada et à l'étranger, comme l'illustre le prix Fossile de l'année attribué plusieurs fois au Canada par des militants écologistes lors de réunions internationales sur le changement climatique[12].

Tous les secteurs de l'économie canadienne n'ont pas aussi bien tiré leur épingle du jeu que les sables bitumineux. Depuis 2002, la valeur réelle des exportations canadiennes dans les secteurs de l'énergie, des métaux et minerais, ainsi que dans les secteurs de l'industrie et de l'agriculture, a considérablement augmenté, tandis que celle des exportations dans les secteurs des produits électroniques, du transport, des biens de consommation et de la sylviculture a connu un net déclin. La part des produits liés à l'énergie dans les exportations totales du Canada est ainsi passée de près de 13 % en 2002 à plus de 25 % en 2012. Entre 1997 et 2012, la part nationale du pétrole dans la valeur de la production de biens est passée de 18 à 46 %, soit presque autant que la valeur économique générée par les secteurs du gaz naturel, de la sylviculture, des métaux et minerais, de l'agriculture et de la pêche combinés. Les entreprises du secteur manufacturier, en particulier des secteurs durement touchés de l'automobile et des biens de consommation, se sont réorganisées afin de servir le secteur des ressources, ce qui a renforcé le déséquilibre de l'économie et sa dépendance envers les marchandises ; depuis plus d'une décennie, les dépenses de R&D des entreprises privées du secteur de l'énergie se sont très largement concentrées sur le pétrole et le gaz.

L'énergie propre fait l'objet d'un intérêt relatif...

Hormis les sources conventionnelles d'énergie, une certaine attention a été accordée aux énergies propres ou renouvelables (figure 4.7). En 2008, le gouvernement fédéral a annoncé un objectif d'énergie verte : en 2020, 90 % de l'électricité produite au Canada devra provenir de sources d'énergie qui n'émettent pas de gaz à effet de serre (énergie nucléaire et éolienne, charbon propre et hydroélectricité). En 2010, ces sources représentaient 75 % de la production d'électricité.

Dans le cadre du budget 2009, le gouvernement du Canada a annoncé la création d'un Fonds pour l'énergie propre doté de plus de 600 millions de dollars canadiens et destiné à financer différents projets, la majeure partie de cette enveloppe (soit 466 millions de dollars canadiens) étant destinée à des projets de captage et de stockage du carbone. Le Canada a également mis en place des programmes visant à soutenir différents types d'énergie renouvelable : éolien, hydroélectricité à petite échelle, solaire thermique, solaire photovoltaïque, énergie marine, bioénergie et nucléaire.

Le Programme de recherche et de développement énergétiques (PRDE), administré par Ressources naturelles Canada, vise à soutenir le développement de technologies majeures liées à l'énergie propre qui contribueront à la réduction des émissions de gaz à effet de serre. Le PRDE apporte une aide financière aux activités de R&D de 13 ministères et organismes fédéraux, qui peuvent collaborer avec des partenaires du secteur privé, d'autres organismes de financement, des universités et des associations.

Les autorités provinciales ont également joué un rôle important dans la production énergétique. Certaines d'entre elles ont également investi dans des dispositifs visant à encourager la recherche dans le domaine de l'énergie. Le Québec, par exemple, possède un pôle bien établi dans le domaine des technologies propres qui bénéficie du soutien de différents programmes et instruments. La Colombie-Britannique a élaboré une stratégie relative à la bioénergie visant plusieurs objectifs : porter à 50 % au minimum la part de biocarburant dans la production de combustibles renouvelables de la province d'ici 2020, mettre en place un minimum de 10 projets énergétiques communautaires de conversion de la biomasse locale en énergie d'ici 2020, et établir l'un des inventaires provinciaux des opportunités de conversion de la biomasse en énergie les plus complets du Canada. En l'absence de direction au niveau fédéral sur le changement climatique et l'énergie, plusieurs provinces ont également élaboré leur propre dispositif de tarification du carbone.

En juin 2014, le Ministre canadien des ressources naturelles a présidé conjointement avec le président de Technologies du développement durable Canada une table ronde nationale pour discuter de l'innovation énergétique au Canada. Cette table ronde était la sixième et dernière d'une série de discussions thématiques organisées dans tout le pays depuis novembre 2013. Chacune d'entre elles était consacrée à un domaine spécifique des technologies énergétiques : production d'énergie décentralisée ; transports nouvelle génération ; efficacité énergétique ; opportunités de R&D à long terme ; ressources pétrolières et gazières non classiques, y compris capture et stockage du carbone.

Les tables rondes ont été largement consacrées à l'identification des obstacles à l'accélération de l'innovation énergétique au Canada et aux moyens de mieux harmoniser les efforts et d'améliorer la collaboration afin de renforcer la compétitivité du Canada au plan national et international. Plusieurs thèmes dominants ont émergé de ces discussions, notamment :

11. Remarques du Premier Ministre du Canada, sommet du G8 de Saint-Pétersbourg, 2006

12. En 2011, le Canada a été le premier État signataire à se retirer du *Protocole de Kyoto* de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques, un accord assorti d'objectifs contraignants signé en 1997. Le *Protocole de Kyoto* a expiré en 2012.

- La création d'un leadership national pour promouvoir l'innovation en mobilisant les principaux acteurs des gouvernements, des services publics, de l'industrie et des universités ;
- Le renforcement de l'harmonisation, de la collaboration et des partenariats pour optimiser l'impact des investissements en matière d'innovation ;
- La réduction des risques liés à l'innovation au moyen de politiques ;
- L'amélioration des possibilités d'accès au marché pour cultiver le marché intérieur et aider les entreprises à mettre leurs technologies à l'épreuve au Canada ;
- L'amélioration du partage de l'information pour éliminer les barrières ;
- L'amélioration des connaissances relatives à l'énergie et la sensibilisation des consommateurs par l'éducation.

Le Gouvernement du Canada envisage de s'appuyer sur les résultats de ces discussions pour identifier les moyens les plus efficaces de collaborer avec des groupes des secteurs public et privé qui souhaitent promouvoir l'innovation en matière d'énergie au Canada.

Technologies du développement durable Canada est un acteur majeur du débat sur l'énergie. Cette fondation à but non lucratif, créée en 2001, finance et soutient le développement et la démonstration de technologies propres. En décembre 2013, 57 des entreprises bien établies du portefeuille de Technologies du développement durable Canada avaient reçu un financement total de 2,5 milliards de dollars canadiens pour poursuivre le développement de leurs projets. La fondation administre trois fonds :

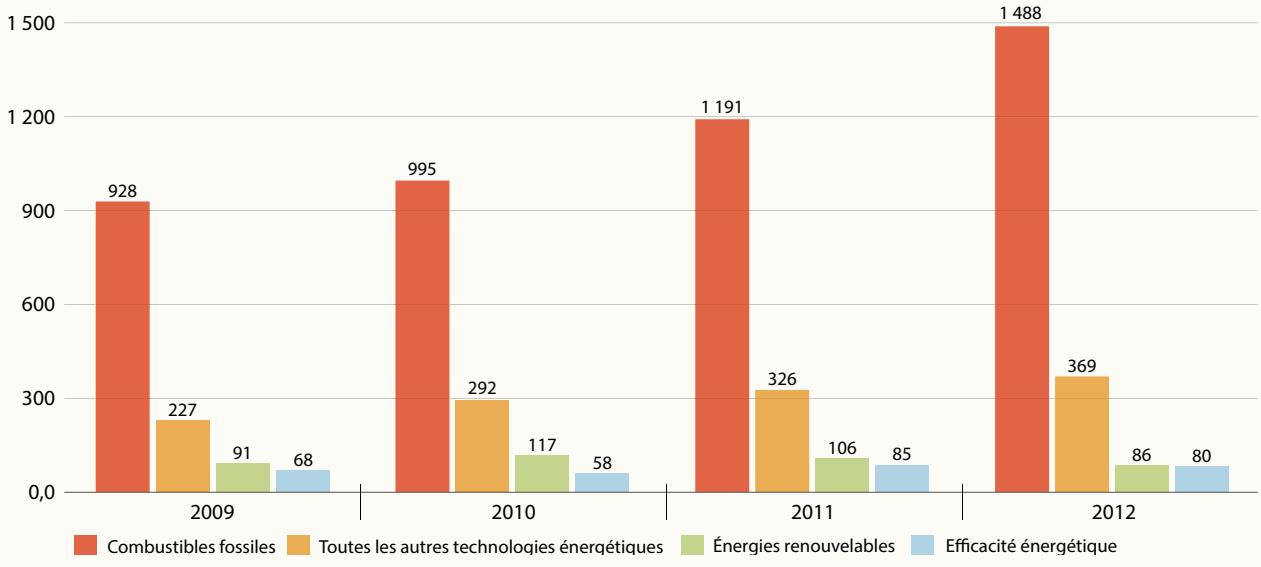
- Le Fonds de technologies du développement durable, qui a utilisé 684 millions de dollars canadiens alloués par le gouvernement fédéral pour financer 269 projets ciblant les changements climatiques, la qualité de l'air ainsi que la propreté de l'eau et des sols ;
- Le Fonds de biocarburants ProGen qui soutient la mise en place d'installations de démonstration à grande échelle, premières du genre, qui produiront les biocarburants de la prochaine génération ;
- Le Fonds DD de gaz naturel, qui appuie le développement de technologies pour le secteur résidentiel : unités de chauffage et d'alimentation électrique à petite échelle et à prix abordable, chauffe-eau ultra-efficaces et technologies qui améliorent l'efficacité énergétique des systèmes de chauffage et de refroidissement résidentiels.

Le Conseil national de recherches (CNRC), le principal organisme public de recherche du Canada, est également actif dans le domaine des énergies renouvelables. Fort d'une réorganisation de son mandat en 2014 qui en a fait une organisation de recherche et de technologie, le CNRC a lancé une série de programmes phares ciblant la recherche orientée vers les marchés industriels. Son programme-phare Conversion du carbone par les algues vise à fournir au secteur industriel canadien des solutions pour transformer les émissions de CO_2 en biomasse d'algues, pouvant ensuite être transformée en biocarburants et en d'autres produits commercialisables.

En 2013, le gouvernement Harper a mis fin aux activités de la Table ronde nationale sur l'environnement et l'économie, qui était son unique source de conseils indépendants et externes sur les questions liées au développement durable (dont l'énergie). Cet organisme avait pour mandat de sensibiliser les Canadiens et leurs dirigeants aux défis du développement durable. Durant

Figure 4.7 : **Dépenses de R&D industrielle liées à l'énergie au Canada, 2009-2012**

Par domaine technologique, en millions de dollars canadiens courants



Source : Statistique Canada, août 2014.

ses 25 ans d'existence, il a publié des dizaines de rapports sur des questions prioritaires.

D'autres organismes ont produit de nombreux rapports sur les énergies propres. On peut citer par exemple le Conseil des académies canadiennes, qui réalise – à la demande du gouvernement fédéral (entre autres clients) – des évaluations scientifiques afin d'éclairer l'élaboration des politiques publiques. Un rapport de 2013 examine comment des technologies nouvelles ou existantes peuvent permettre de réduire les effets environnementaux de l'exploitation des sables bitumineux sur l'air, l'eau et le sol. En 2014, le Conseil des académies canadiennes a également publié un rapport produit par un groupe d'experts sur l'état des connaissances concernant les incidences environnementales possibles des activités d'exploration, d'extraction et de mise en valeur du gaz de schiste au Canada (CAC, 2014a)[13].

13. En 2006, le CAC a été mandaté pour examiner les défis liés à l'extraction en toute sécurité du gaz issu des hydrates de gaz. Le rapport qui en a découlé citait certaines estimations selon lesquelles la quantité totale de gaz naturel sous forme d'hydrates pourrait dépasser la quantité totale de gaz naturel provenant de toutes les sources conventionnelles confondues – charbon, pétrole et gaz naturel. Il relevait également certains écueils de l'exploitation du gaz issu des hydrates de gaz, notamment les conséquences possibles sur les politiques environnementales ainsi que les effets méconnus sur les communautés (CAC, 2006).).

Enfin, l'Académie canadienne du génie a produit un rapport analytique sur les progrès réalisés par le Canada pour développer différentes options en matière d'énergies renouvelables. Bowman et Albion (2010) ont conclu qu'un réseau canadien avait été établi dans le domaine des bioénergies mais n'ont pas trouvé trace d'un plan pour organiser, financer et mettre en œuvre des projets de démonstration des applications les plus prometteuses. S'agissant d'autres possibilités explorées par le Canada en matière d'énergie, le rapport de l'académie notait que :

- Les progrès en matière de chauffage et d'énergie solaires permettaient désormais d'envisager une application plus large, qui pourrait servir de base à une revitalisation du secteur manufacturier canadien ;
- L'énergie éolienne s'était développée pour atteindre près de 4 000 MW mais les progrès réalisés en matière d'intégration au sein des réseaux, de prévision de la charge et de stockage plus efficace de l'énergie électrique produite restaient limités, tout comme la capacité du pays en matière de conception et de fabrication ;
- Des projets étaient en place pour transformer le bitume extrait des sables bitumineux en produits à plus forte valeur ajoutée

Encadré 4.2 : **La recherche en génomique, une priorité croissante du Canada**

Génome Canada est le principal acteur de la recherche génomique. Créé en 2000 sous la forme d'un organisme à but non lucratif, Génome Canada fonctionne comme un réseau coopératif et collaboratif, avec six* centres de génomique régionaux, et combine leadership national et capacité à répondre aux besoins et aux priorités aux niveaux régional et local. Cela a permis de transformer l'expertise régionale en applications au service de ceux qui peuvent les utiliser de la manière la plus efficace.

Les projets sont répartis entre les centres régionaux en fonction des domaines : santé animale, énergie et amélioration des cultures en Alberta, à la Saskatchewan et au Manitoba ; aquaculture et pêcheries sauvages dans les régions côtières ; sylviculture dans le Canada occidental et au Québec ; recherche en santé humaine dans les provinces de l'Atlantique, en Ontario, au Québec et en Colombie-Britannique principalement. Fort du soutien financier du gouvernement canadien depuis plus de quinze ans (pour un total de 1,2 milliard de dollars canadiens) et des cofinancements des provinces, de l'industrie, d'organisations de financement nationales et internationales, d'organismes de philanthropie, d'institutions canadiennes ou internationales, Génome Canada et les centres de génomique régionaux ont investi plus de 2 milliards de dollars canadiens dans la recherche génomique dans toutes les provinces et dans tous les domaines des sciences de la vie.

Génome Canada a également investi 15,5 millions de dollars canadiens dans un nouveau Réseau d'innovation génomique. Ce réseau compte dix pôles, chacun recevant un financement opérationnel de base de Génome Canada, et des fonds de contrepartie d'autres partenaires des secteurs public et privé. Le réseau d'innovation génomique permet aux centres d'innovation des quatre coins du pays de collaborer et de mettre à profit leur puissance collective pour faire avancer la recherche en génomique. Chaque pôle offre aux chercheurs canadiens et étrangers un accès aux technologies de pointe nécessaires à la conduite de recherches en génomique, métabolomique, protéomique et dans des domaines connexes.

Le gouvernement fédéral dispose également de capacités propres de recherche en génomique. L'importance de la recherche en génomique conduite par les ministères du gouvernement fédéral a été confirmée en 2014 avec le renouvellement de l'Initiative de R-D en génomique (IRDG) et la décision de lui allouer 100 millions de dollars canadiens sur cinq ans.

Grâce à ce nouveau cycle de financement, l'IRDG a ajouté l'Agence canadienne d'inspection des aliments à sa liste de bénéficiaires et consacre des ressources plus importantes à des projets interministériels. Des discussions ont été entamées en 2011 avec Génome Canada pour trouver un mécanisme permettant une collaboration plus formelle.

Pour les ministères et organismes participants, le financement de l'IRDG est un moyen d'attirer des fonds en provenance d'autres sources. Dans son rapport annuel relatif à l'exercice fiscal 2012-2013, l'IRDG annonçait ainsi que son investissement pour l'année, d'un montant de 19,9 millions de dollars canadiens, avait été complété par des fonds d'autres sources, à hauteur de 31,9 millions de dollars canadiens, portant le total annuel des ressources allouées aux projets de l'initiative à 51,8 millions de dollars canadiens. Le Conseil national des recherches est l'organisme pour lequel l'effet multiplicateur a été le plus élevé, l'enveloppe initiale de l'IRDG de 4,8 millions de dollars canadiens ayant permis d'attirer des fonds supplémentaires d'un montant de 10,1 millions de dollars canadiens.

Source : **Données compilées par l'auteur.**

* Genome British Columbia, Genome Alberta, Genome Prairie, Ontario Genomics Institute, Génome Québec et Genome Atlantic.

mais des financements importants seraient nécessaires pour passer de la phase pilote à celle de la démonstration sur le terrain ;

- L'hydrogène était un domaine de recherche très actif, comptant plusieurs projets de démonstration (autoroute de l'hydrogène de la Colombie-Britannique et programme interuniversitaire sur la production d'hydrogène par décomposition thermochimique de l'eau).

…mais demeure le parent pauvre

Selon Statistique Canada, les dépenses de R&D dans le domaine de l'énergie ont augmenté de 18,4 % entre 2011 et 2012, atteignant 2 milliards de dollars canadiens, principalement du fait de l'augmentation des dépenses de R&D consacrées aux technologies des combustibles fossiles. Ces dernières concernent majoritairement les technologies liées aux sables bitumineux et au pétrole brut lourd (886 millions de dollars canadiens, soit une hausse de 53,6 %), et les technologies liées au pétrole brut et au gaz naturel (554 millions de dollars canadiens, soit un niveau stable).

À l'inverse, les dépenses de R&D consacrées aux technologies dans le domaine de l'efficacité énergétique et des énergies renouvelables ont diminué respectivement de 5,9 % (80 millions de dollars canadiens) et de 18,9 % (86 millions de dollars canadiens) entre 2011 et 2012 (figure 4.7).

En résumé, l'attention portée par le secteur privé et les cercles politiques à l'énergie verte et aux technologies propres est sans commune mesure avec le niveau de soutien et de plaidoyer dont bénéficient les sources d'énergie conventionnelles, et notamment les sables bitumineux. Par ailleurs, du fait de la baisse des cours mondiaux du pétrole observée depuis la mi-2014, c'est toute la stratégie consistant à investir du capital (politique et autre) dans ce secteur qui met désormais l'économie canadienne en danger.

Bien qu'une part importante des efforts consentis pour soutenir la R&D (en termes de politique et d'incitations) soit tournée vers les questions énergétiques, d'autres domaines ont été placés sous le feu des projecteurs ces dernières années. Ainsi, la génomique apparaît-elle aujourd'hui à la tête des sujets prioritaires en termes de soutien à la R&D (encadré 4.2). Cela n'est guère surprenant, compte tenu du dynamisme du pays dans les domaines de la recherche biomédicale et de la médecine clinique (figure 4.5).

POLITIQUES RELATIVES À L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR

Le problème des talents et des compétences

Un débat national est en cours concernant le type de compétences, de formation et de talents dont le Canada a besoin au XXIe siècle. Ce débat n'est pas nouveau mais l'accumulation de signes alarmants, en particulier s'agissant de l'enseignement supérieur, lui a récemment conféré un caractère d'urgence. En premier lieu, le Canada perd du terrain dans les classements relatifs à l'enseignement supérieur. Selon le *Rapport mondial sur la compétitivité* publié par le Forum économique mondial en 2014, le Canada se classe au second rang mondial pour le taux d'inscription à l'école primaire, mais seulement au 23e rang pour le taux d'inscription dans le secondaire et au 45e pour le taux d'inscription dans l'enseignement supérieur.

Un rapport du Conseil des sciences, de la technologie et de l'innovation (CSTI), le conseil consultatif du gouvernement fédéral, a souligné la nécessité de développer le bassin de talents. La part des ressources humaines en sciences et technologie dans la main-d'œuvre du secteur de la fabrication ne représente que 11,5 %, soit l'un des niveaux les plus faibles des pays de l'OCDE. L'investissement en R&D du secteur de l'enseignement supérieur canadien en proportion du PIB a connu des fluctuations et subi une baisse en 2013, s'établissant à 0,65 %. Le Canada se retrouve au neuvième rang parmi 41 économies, alors qu'il occupait encore la troisième place en 2006 et la quatrième en 2008.

Dans le même temps, des rapports du CAC et du CSTI ont pointé du doigt le recul du Canada en matière d'excellence de la recherche (CSTI, 2012 ; CAC, 2013a). Ces rapports soulignent les améliorations nécessaires dans deux domaines stratégiques : le nombre de diplômés de doctorat pour 100 000 habitants et les dépenses de R&D du secteur de l'éducation supérieure en pourcentage du PIB (figures 4.8 et 4.9).

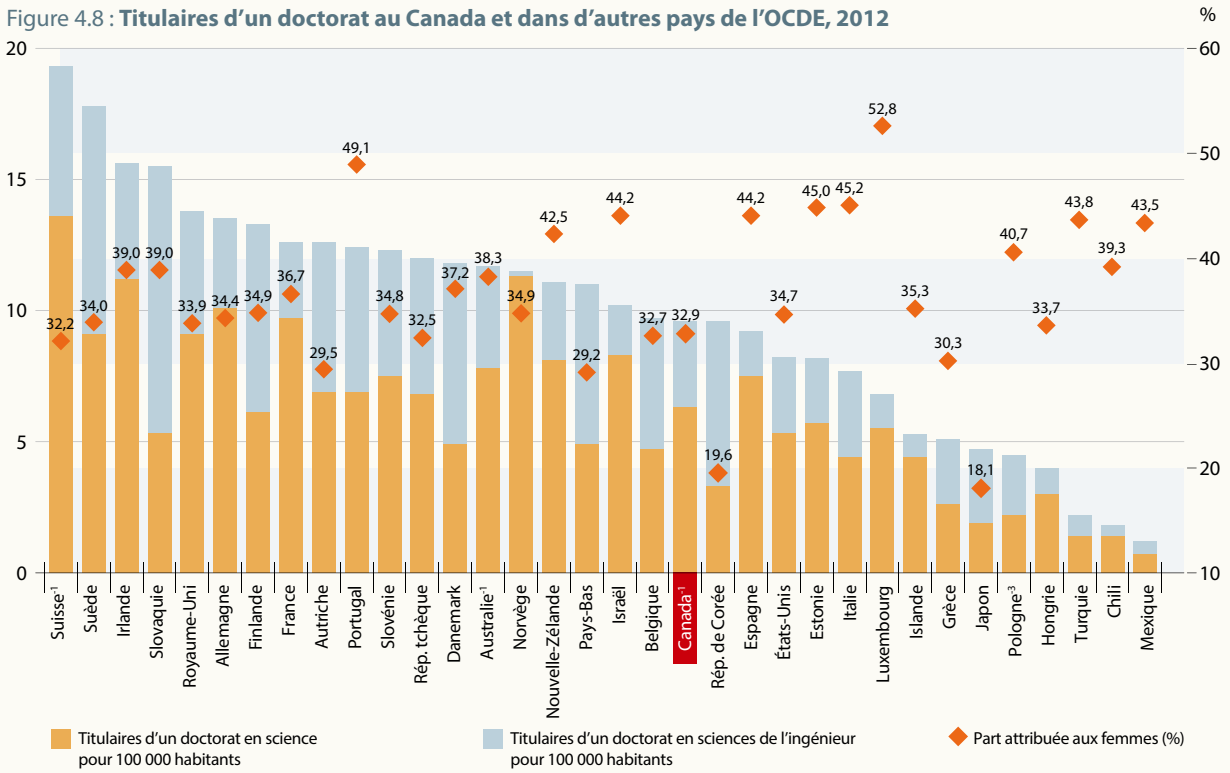
Ces défis de politique publique s'expliquent en grande partie par le fait que le Canada ne dispose pas d'une autorité centrale en charge des questions d'éducation, telle qu'un Ministère national de l'éducation. La responsabilité en matière de formation et d'éducation échoit plutôt aux autorités des provinces, à l'exception de tentatives périodiques d'intervention du gouvernement fédéral dans le système éducatif en fournissant des incitations ou d'autres mesures de persuasion.

Si l'éducation est une affaire presque exclusivement provinciale, la responsabilité en matière de R&D n'est pas définie constitutionnellement. En conséquence, différents niveaux de gouvernement interviennent dans ce domaine au moyen de différents instruments stratégiques, avec à la clé des résultats hétérogènes.

On est donc en présence d'un réseau complexe d'acteurs et de bénéficiaires, souvent marqué par une absence de direction coordonnée, voire une certaine confusion.

Certes, dans une certaine mesure, l'accent est davantage mis sur la création d'emplois, au travers d'évaluations en cours pour étudier les atouts du pays en matière d'éducation. Par exemple, le Conseil des académies canadiennes a été mandaté pour évaluer si le Canada est bien préparé à répondre aux exigences futures en matière de compétences en science, technologie, ingénierie et mathématiques (STIM). L'évaluation du conseil a examiné le rôle de ces compétences dans la stimulation de la productivité, de l'innovation et de la croissance dans un environnement démographique, économique et technologique en mutation rapide, ainsi que l'étendue et la nature du marché mondial dans ce domaine. Le conseil a également étudié l'évolution probable de ces compétences et examiné celles qui sont susceptibles d'être les plus importantes pour le Canada. Il a enfin évalué si le Canada était en bonne position pour répondre aux besoins futurs en matière de compétences STIM par le biais de l'éducation et des migrations internationales.

Figure 4.8 : **Titulaires d'un doctorat au Canada et dans d'autres pays de l'OCDE, 2012**

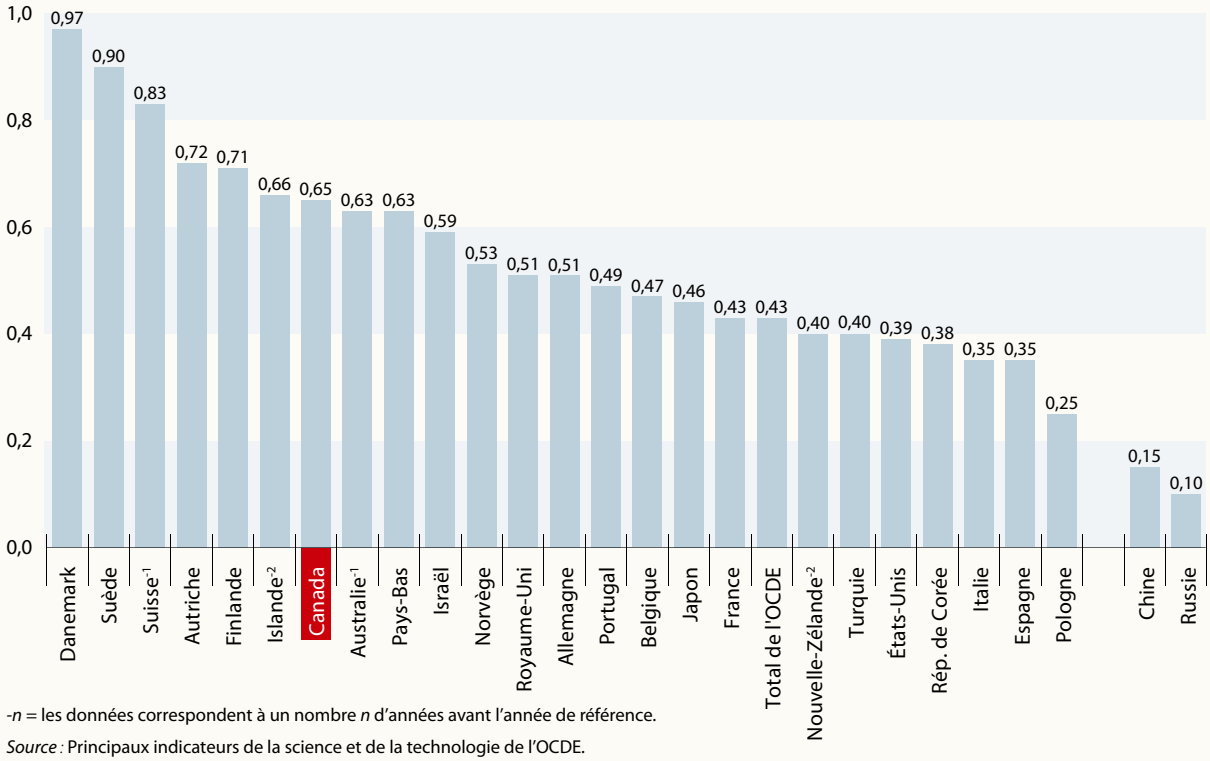


-n = les données correspondent à un nombre *n* d'années avant l'année de référence.

Source : Institut de statistique de l'UNESCO, avril 2015.

Figure 4.9 : **Dépenses de R&D de l'enseignement supérieur en pourcentage du PIB au Canada et dans d'autres pays de l'OCDE, 2013**

Les données des pays non membres de l'OCDE sont indiquées à titre de comparaison



-n = les données correspondent à un nombre *n* d'années avant l'année de référence.

Source : Principaux indicateurs de la science et de la technologie de l'OCDE.

Il existe également de nouvelles mesures incitatives pour encourager les universitaires étrangers à venir au Canada et inversement, augmenter le nombre d'étudiants canadiens à l'étranger, mais il s'agit d'une approche fragmentée. Par ailleurs, le Canada a procédé à certains ajustements de sa politique d'immigration, en partie pour attirer de nouveaux talents et compétences.

Le futur de l'éducation sera international

En 2011, le gouvernement fédéral a mandaté un groupe d'experts pour examiner la question de l'éducation internationale. Le Comité consultatif sur la Stratégie du Canada en matière d'éducation internationale était présidé par Amit Chakma, président et vice-chancelier de l'Université Western Ontario. Son mandat consistait à formuler des recommandations sur une stratégie visant à maximiser les débouchés économiques pour le Canada dans le secteur de l'éducation internationale, notamment en renforçant l'engagement à l'égard des principaux marchés émergents, en ciblant le recrutement des étudiants internationaux les plus talentueux, en encourageant les Canadiens à étudier à l'étranger, en élargissant la prestation des services d'éducation du Canada à l'étranger et en forgeant des partenariats plus importants entre les institutions canadiennes et étrangères.

Le rapport a été commandé dans le contexte de la *Stratégie commerciale mondiale* (2007-2013) du gouvernement fédéral, qui a précédé le *Plan d'action sur les marchés mondiaux*. Parmi les recommandations finales qu'il a formulées en août 2012, le groupe d'experts suggérait notamment :

- de doubler le nombre d'étudiants internationaux qui choisissent le Canada d'ici 2022 (de 239 131 à 450 000) sans supplanter pour autant les étudiants canadiens ;
- de donner l'opportunité à 50 000 étudiants canadiens par an de partir à l'étranger pour des séjours d'études ou des échanges culturels ;
- de créer 8 000 nouvelles bourses pour des étudiants internationaux, cofinancées par le gouvernement fédéral et les autorités provinciales ;
- d'améliorer le processus de délivrance des visas étudiants de façon à assurer le traitement uniforme et rapide des demandes de candidats de haute qualité ;
- de centrer les activités de promotion du Canada sur des marchés prioritaires, dont la Chine, l'Inde, le Brésil, le Moyen-Orient et l'Afrique du Nord, tout en maintenant les activités menées dans les marchés bien établis, comme les États-Unis, la France et le Royaume-Uni, et de créer une « marque » canadienne dans le domaine de l'éducation, à utiliser par tous les partenaires dans les marchés prioritaires ;

Encadré 4.3 : Les Canadiens ont une attitude positive vis-à-vis de la science

Une enquête sur la culture scientifique au Canada

En août 2014, le Conseil des académies canadiennes a publié une évaluation de la culture scientifique au Canada, en s'appuyant sur une enquête réalisée auprès de 2004 personnes.

Le groupe d'experts a évalué les inégalités hommes-femmes dans le domaine de la science, la participation des communautés aborigènes et l'influence de la culture populaire sur la culture scientifique.

L'enquête a montré que les Canadiens avaient une opinion positive à l'égard de la science et de la technologie, et que ceux qui émettaient des réserves à propos de la première étaient moins nombreux que dans les autres pays. D'autre part, les Canadiens sont plus à même de soutenir le principe du financement public de la recherche.

Le rapport révèle également une culture scientifique populaire extrêmement développée, avec plus de 700 programmes ou organisations : musées, semaines, festivals et expositions scientifiques, etc.

Les principaux résultats de l'enquête sont les suivants :

- 93 % des Canadiens se disent très ou modérément intéressés par les nouvelles découvertes scientifiques et les avancées technologiques ; le Canada arrive à cet égard au premier rang parmi 33 pays pour lesquels des données sont disponibles.
- Parmi les personnes interrogées, les jeunes, les hommes, les personnes instruites et/ou ayant un revenu élevé manifestent un intérêt pour la science supérieur à la moyenne ; à cet égard, les résultats sont identiques à ceux d'autres pays.
- Environ 42 % de la population canadienne présente un niveau de connaissances scientifiques suffisant pour saisir les grands concepts scientifiques et comprendre les informations relayées par les grands médias concernant les questions scientifiques, mais moins de la moitié d'entre eux ont des connaissances suffisantes pour comprendre les débats publics actuels sur des questions relatives à la science et à la technologie.
- Le Canada se classe au premier rang des pays de l'OCDE pour ce qui est des niveaux globaux d'instruction postsecondaire (part de la population titulaire d'un diplôme de l'enseignement supérieur) mais seulement 20 % des diplômes universitaires de premier cycle décrochés au Canada sont dans les domaines des sciences et du génie.
- Plus de la moitié (51 %) des détenteurs de diplômes en sciences, en technologie, en ingénierie et en mathématiques au Canada sont des immigrants.

Tester les attitudes des humains à l'égard des robots

En 2014, une équipe de chercheurs en communication, multimédia et mécatronique a décidé de tester si les robots pouvaient faire confiance aux humains. Des scientifiques des universités de Ryerson, McMaster et Toronto ont construit un « gentil » robot en faisant appel à l'intelligence artificielle et aux technologies de la reconnaissance vocale et du traitement de la parole. Ils ont ensuite équipé Hitchbot (un robot auto-stoppeur) d'un GPS et l'ont laissé au bord de la route un jour d'été, après avoir médiatisé leur expérience. Les automobilistes canadiens allaient-ils prendre Hitchbot en stop et le conduire vers sa destination finale, à 6 000 km de distance ? L'expérience a été couronnée de succès, des automobilistes postant même sur Facebook et d'autres réseaux sociaux des photos d'eux-mêmes avec Hitchbot (voir photo p. 106).

Source : CAC (2014b) ; pour Hitchbot : communiqué de presse.

- de renforcer les liens et la collaboration entre les établissements éducatifs et instituts de recherche canadiens et étrangers ;
- d'adopter une approche pancanadienne dans le secteur de l'éducation internationale avec toutes les parties prenantes et d'harmoniser les activités en vue de réaliser les objectifs communs.

En réponse à plusieurs recommandations du rapport, le gouvernement a publié en 2014 sa *Stratégie en matière d'éducation internationale*. Il a par exemple alloué 5 millions de dollars canadiens par an pour atteindre le premier objectif de doubler le nombre d'étudiants étrangers. Il a également souligné la nécessité de cibler les ressources et les efforts sur les marchés prioritaires tels qu'identifiés dans le *Plan d'action sur les marchés mondiaux* du Canada, à savoir l'Afrique du Nord, le Brésil, la Chine, l'Inde, le Mexique, le Moyen-Orient et le Viet Nam.

En juin 2014, deux organismes de plaidoyer, le Conseil canadien des chefs d'entreprise (devenu le Conseil canadien des affaires) et le Conseil international canadien, ont publié un rapport conjoint dans lequel ils estimaient que l'une des raisons pour lesquelles, avec 120 000 étudiants étrangers, le Canada est loin derrière des pays comme le Royaume-Uni (427 000) ou l'Australie (près de 250 000) était l'absence d'une marque unifiée pour promouvoir le Canada (Simon, 2014).

Ils notaient également que le Canada était le seul pays développé à ne pas être doté d'un Ministère national de l'éducation. En se basant sur le classement des pays d'accueil des étudiants étrangers établi en 2011 par l'UNESCO, le rapport soulignait que le Canada se classait au huitième rang. Le rapport notait également la performance médiocre (3,8 %) du Canada en matière d'attraction des étudiants chinois (la Chine étant le plus gros pourvoyeur d'étudiants étrangers). Le rapport proposait de créer une nouvelle organisation, sous le nom d'« Éducation Canada », pour faire de l'éducation internationale un élément central de la politique intérieure et étrangère.

Huit universités sur dix cherchent à forger des partenariats de grande qualité

Les universités canadiennes adoptent une approche plus stratégique de l'internationalisation, un objectif en faveur duquel elles sont fortement engagées, comme le montre une enquête récente. Pour 95 % des universités, l'internationalisation est une part intégrante de leur planification stratégique, et elle fait partie des cinq grandes priorités pour 82 % d'entre elles ; 89 % d'entre elles estiment que l'internationalisation sur leur campus s'est intensifiée (fortement ou moyennement) au cours des trois dernières années (AUCC, 2014).

L'engagement des universités en faveur de l'internationalisation se précise également de plus en plus. Par exemple, la recherche de partenariats de grande qualité est désormais une priorité pour 79 % des institutions. L'évaluation devient également plus systématique : 59 % des universités canadiennes ont intégré le suivi de leurs stratégies d'internationalisation dans leurs procédures d'évaluation et d'assurance de la qualité, et un peu plus de 60 % évaluent le soutien qu'elles offrent aux étudiants étrangers.

Le recrutement d'étudiants en premier cycle est en tête des priorités en matière d'internationalisation des établissements : 45 % d'entre eux l'ont défini comme leur priorité principale et 70 % l'ont classé parmi les cinq plus importantes. Suivent la création de partenariats stratégiques avec des établissements étrangers et le développement de la collaboration internationale en matière de recherche universitaire.

En ce qui concerne l'éducation canadienne à l'étranger, plus de 80 % des universités ayant répondu à l'enquête offrent un programme menant à un diplôme ou à un certificat à l'étranger en collaboration avec des partenaires internationaux, et 97 % d'entre elles offrent aux étudiants canadiens la possibilité de suivre des cours à l'étranger. Toutefois, la mobilité des étudiants à l'étranger reste faible : seuls 3,1 % des étudiants de premier cycle à temps plein (environ 25 000) ont vécu une expérience à l'étranger en 2012-2013, et 2,6 % d'entre eux seulement ont obtenu des crédits à l'extérieur du Canada (contre 2,2 % de 2006). Les coûts et la rigidité des programmes d'études et des politiques de transfert de crédits sont perçus comme des obstacles majeurs à une plus grande mobilité étudiante.

Sans surprise, la Chine est de loin le principal pays visé par les activités d'internationalisation des universités canadiennes. Ce pays est devenu le troisième partenaire du Canada en termes de publication scientifique conjointe (figure 4.5).

Les étudiants canadiens continuent de privilégier les destinations traditionnelles, à savoir les pays anglophones ou les grands pays d'Europe occidentale, malgré l'intérêt marqué de leurs universités à tisser des liens avec des puissances économiques émergentes.

ENCOURAGER UNE CULTURE DE L'INNOVATION

Programmes : entre nouveauté et transformation

Le budget fédéral de 2014 inclut un nouveau programme de financement important, le Fonds d'excellence en recherche Apogée Canada. À l'occasion du lancement de la stratégie fédérale en matière de science, de technologie et d'innovation en 2014, le Premier Ministre a lancé le premier concours pour ce nouveau programme.

Doté de 50 millions de dollars canadiens pour la première année (2015-2016), le Fonds d'excellence en recherche Apogée Canada vise à aider les établissements d'enseignement postsecondaire canadiens à exceller à l'échelle mondiale dans des domaines de recherche susceptibles de créer des avantages économiques à long terme pour le pays. Le Fonds rassemble des programmes comme le Programme des chaires d'excellence en recherche du Canada et le Programme des chaires de recherche du Canada. Une fois établi, il devrait contribuer de manière non négligeable à la recherche dans toutes les disciplines. Les subventions du Fonds d'excellence en recherche Apogée Canada seront accessibles à toutes les institutions d'enseignement postsecondaire par voie de concours et à la suite d'un processus d'évaluation par les pairs.

Le Fonds sera administré par le Conseil de recherches en sciences humaines du Canada, en collaboration avec le Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie et les Instituts de recherche en santé. Ces trois organismes bailleurs de fonds collaborent sur des questions telles que l'accès ouvert. Ils sont tous les trois engagés dans une phase de transformation qui leur permettra de se recentrer sur leur principale mission respective.

Les Instituts de recherche en santé du Canada ont entrepris une réorganisation de leurs programmes ouverts et de leur processus d'évaluation. Dans le même temps, le Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada a lancé une consultation sur son plan stratégique pour 2020, qui mettra davantage l'accent sur le développement d'une culture scientifique et sur la recherche, le renforcement de l'empreinte scientifique du Canada à l'échelle internationale et la recherche axée sur la découverte (recherche fondamentale).

Le Conseil de recherches en sciences humaines, quant à lui, examine le rôle vital des sciences sociales et des humanités dans la production de connaissances ainsi que leur contribution aux défis sociétaux de demain, notamment pour répondre aux questions suivantes :

- Quelles sont les nouvelles méthodes d'apprentissage dont les Canadiens auront besoin, en particulier dans l'enseignement supérieur, pour réussir dans la société et sur le marché du travail de demain ?
- Quels effets la quête de ressources naturelles et d'énergie aura-t-elle sur la société canadienne et la place qu'occupe le Canada à l'échelle mondiale ?
- En quoi les expériences de vie et les aspirations des peuples autochtones du Canada sont-elles essentielles pour bâtir un avenir commun prospère ?
- Quelles pourraient être les implications pour le Canada d'un pic de la population mondiale ?
- Comment mettre à contribution les nouvelles technologies au profit des Canadiens ?
- De quelles connaissances le Canada aura-t-il besoin pour réussir dans un monde interconnecté en rapide évolution ?

Enfin, il convient de noter qu'un autre programme de formation et d'éducation continue à recevoir le soutien du gouvernement fédéral. Ce dernier a en effet annoncé dans le cadre de ses budgets 2013 et 2014 un investissement combiné de 21 millions de dollars canadiens pour la recherche et la formation industrielles destinées aux stagiaires postdoctoraux au travers d'un ancien programme des Réseaux de centres d'excellence[14], appelé Mitacs. Ce programme coordonne des projets de recherche collaborative réunissant le secteur industriel et les universités et appuie le développement du capital humain. Depuis 1999, Mitacs promeut les partenariats de R&D entre l'industrie et les universités et soutient la formation des leaders de demain en matière d'innovation. Les différents programmes de Mitacs contribuent notamment à :

- aider les entreprises à identifier leurs besoins en matière d'innovation et à les mettre en relation avec l'expertise en recherche adéquate au sein des universités ;
- encourager des projets de recherche de pointe liés à des débouchés commerciaux ;
- établir des réseaux internationaux de recherche, en formant des leaders en matière d'innovation au Canada et à l'étranger ;
- fournir aux chercheurs postdoctoraux une formation pour acquérir les compétences professionnelles et entrepreneuriales qui leur permettront de répondre aux besoins émergents en matière d'innovation.

14. Depuis leur création en 1989, les Réseaux de centres d'excellence (RCE) ont administré des programmes de financement national pour le compte du Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie, des Instituts de recherche en santé et du Conseil de recherches en sciences humaines, en partenariat avec Industrie Canada et Santé Canada. Ces programmes soutiennent la collaboration pluridisciplinaire à grande échelle entre les universités, les entreprises, le gouvernement et des organisations à but non lucratif. Le programme s'est élargi au fil du temps. Il englobe aujourd'hui : 16 RCE, 23 Centres d'excellence en commercialisation et en recherche et 5 Réseaux de centres d'excellence dirigés par l'entreprise.

Réseaux de centres d'excellence dirigés par l'entreprise

Le programme des Réseaux de centres d'excellence dirigés par l'entreprise (RCE-E) soutient également la culture de l'innovation. Sous la direction d'un consortium à but non lucratif de partenaires industriels, chacun de ces réseaux de recherche collaborative à grande échelle se consacre à des défis spécifiques identifiés par un secteur industriel donné. Le modèle de partenariat du Programme des RCE-E place les partenaires des secteurs de l'enseignement supérieur et privé sur un pied d'égalité ; il permet aux réseaux de financer directement des partenaires du secteur privé afin qu'ils puissent faire de la recherche dans leurs propres installations.

Créé en 2007, le programme a été rendu permanent dans le budget fédéral de 2012 et doté d'un budget annuel de 12 millions de dollars canadiens. Il offre des financements accessibles par voie de concours. Les fonds de contrepartie signifient qu'au moins la moitié des coûts de la recherche de chaque réseau sont payés par ses partenaires. En 2014, le réseau Accélération de l'amélioration des processus de fabrication (AAPF), nouvellement formé, a bénéficié de 7,7 millions de dollars canadiens sur cinq ans au travers de ce programme pour développer, par exemple, des technologies pouvant bénéficier au secteur des biens électroniques. Le partenariat de recherche compte des universitaires, des organisations de recherche et un vaste éventail d'entreprises.

La pertinence d'une meilleure harmonisation entre le bouquet actuel de RCE et les priorités en matière de STI définies par le gouvernement fédéral dans sa stratégie de 2014 fait l'objet d'un débat. Comme le montre le tableau 4.5, la répartition des RCE entre les cinq domaines prioritaires redéfinis en 2014 est inégale (Watters, 2014).

Tableau 4.5 : **Réseaux de centres d'excellence au Canada par secteur, 2014**

	Nombre	Part du total (%)	Part du finance-ment total (%)	Total (millions de dollars canadiens)
TIC	6	14	8	81,7
Ressources naturelles	6	14	8	83,3
Fabrication/Ingénierie	2	5	9	88,9
Intersectoriel	4	9	8	76,9
Environnement	5	11	24	235,1
Santé et sciences de la vie	25	48	42	420,8
Total	**44**	**100**	**100**	**986,6**

Source : Watters (2014).

CONCLUSION

La science est le moteur du commerce (mais pas seulement)

Le paysage de la recherche continue à évoluer dans l'ensemble du Canada, mais la portée internationale de la recherche nationale reste relativement modeste. Les partenariats de recherche et la diplomatie scientifique sont de plus en plus liés aux échanges et aux opportunités commerciales. Les fonds consacrés au développement international sont désormais gérés par un grand ministère unique, suite à la disparition de l'Agence canadienne de développement international.

Le système de la recherche est devenu plus complexe, avec une variété de programmes qui ont souvent été mis en place de manière unilatérale au niveau fédéral avant d'être répliqués au niveau provincial. On note une augmentation très nette des efforts visant à fournir une orientation politique, dans le but d'aligner les priorités de recherche avec le programme politique du gouvernement actuel. Plusieurs domaines continuent de recevoir une attention politique de haut niveau, notamment l'éducation et les infrastructures de recherche dans le Nord canadien, et la santé – en particulier maternelle et néonatale – dans le monde, par le biais d'un programme de plusieurs millions de dollars de Grands Défis Canada qui accélère l'établissement de partenariats et le financement à l'aide d'une approche intégrée de l'innovation.

L'impact des budgets d'austérité qui limitent la capacité des politiques publiques à combler le déficit global du financement de la recherche, dans un contexte d'augmentation du nombre de demandes de subventions de recherche et de baisse des taux de réussite, a été une préoccupation majeure. Cette tendance est particulièrement manifeste dans le domaine de la recherche fondamentale, aussi appelée recherche axée sur la découverte. La durée des projets relevant de ce type de recherches, qui souvent ne produisent leurs effets qu'à long terme, excède largement les mandatures des gouvernements. En conséquence, les pouvoirs publics ont tendance à donner la priorité à des projets de recherche plus appliquée ou pouvant avoir un débouché commercial. Une tendance qui pourrait se résumer à l'expression souvent répétée par le Premier Ministre Stephen Harper : « la science est le moteur du commerce ». Il n'a pas tort. La science fait en effet fonctionner le commerce, mais pas seulement. L'actuel mouvement consistant à déplacer le curseur de la science dite « pour le bien public » (par exemple, dans les domaines de la réglementation ou de l'environnement) vers une science menant à des débouchés commerciaux reflète une approche peu clairvoyante donnant la priorité, en matière de recherche, à des objectifs de court terme et à des retours sur investissement rapides. Cette tendance suggère que le gouvernement fédéral va probablement continuer à réduire sa contribution à la recherche fondamentale et à la science pour le bien public, alors même que le secteur privé lui-même dépend de la production de savoirs nouveaux pour générer les idées à potentiel commercial de demain.

Dans la perspective des élections fédérales de fin 2015, les partis politiques cherchent à se positionner en abordant des thèmes chers à l'électorat canadien. Les partis accorderont une certaine attention à la science, la technologie et l'innovation lors de la campagne électorale. Le Nouveau Parti démocrate, qui forme l'opposition officielle, a par exemple annoncé son intention de créer un poste de directeur parlementaire des sciences qui serait chargé de fournir aux décideurs politiques des informations fiables et des conseils d'experts sur toutes les questions scientifiques pertinentes. Le Parti libéral a déposé un projet de loi pour rétablir le questionnaire long du recensement conduit par Statistique Canada, que le gouvernement conservateur avait supprimée. L'expérience montre toutefois que ces efforts sont au mieux marginaux, car il est rare que la science et la technologie soient au cœur des prises de décision ou qu'elles constituent des priorités des dépenses budgétaires. Elles tendent plutôt à recevoir une attention partielle continue de la part des gouvernements.

Le Canada célébrera son 150e anniversaire en 2017. Si les dirigeants canadiens entendent réellement revitaliser la culture du savoir et faire du Canada un leader mondial dans le domaine de la science, de la technologie et de l'innovation, l'effort national devra être plus concerté et mieux coordonné, et s'accompagner d'un leadership affirmé de la part de toutes les parties prenantes. Pour saisir les occasions qui s'offrent à lui, le Canada devra mobiliser toutes les parties prenantes de manière ouverte et transparente.

OBJECTIFS PRINCIPAUX DU CANADA

- Doubler le nombre d'étudiants internationaux qui choisissent le Canada d'ici 2022 (pour atteindre 450 000) sans supplanter pour autant les étudiants canadiens ;
- Porter à 90 % la part de l'électricité produite au Canada et provenant de sources n'émettant pas de gaz à effet de serre (dont l'énergie nucléaire, le charbon propre, l'éolien et l'hydroélectricité) ;
- Réduire de 2,6 milliards de dollars canadiens le budget de 10 ministères et organismes fédéraux à vocation scientifique entre 2013 et 2016.

RÉFÉRENCES

AUCC (2014) *Les universités canadiennes dans le monde*. Enquête de l'AUCC sur l'internationalisation. Universités Canada (anciennement Association des universités et collèges du Canada).

Bowman, C. W. et Albion, K. J. (2010) *Rapport sur le progrès énergétique du Canada de 2007 à 2009*. Académie canadienne du génie : Ottawa.

CAC (2014a) *Incidences environnementales liées à l'extraction du gaz de schiste au Canada*. Conseil des académies canadiennes.

CAC (2014b) *Culture scientifique : qu'en est-il au Canada* ? Comité d'experts sur l'état de la culture scientifique au Canada, Conseil des académies canadiennes.

CAC (2013a) *Un paradoxe dissipé : Pourquoi le Canada est fort en recherche et faible en innovation*. Conseil des académies canadiennes.

CAC (2013b) *L'état de la R-D industrielle au Canada.* Conseil des académies canadiennes.

CAC (2006) *La production d'énergie à partir des hydrates de gaz – Potentiel et défis pour le Canada*. Conseil des académies canadiennes.

Chakma, A. , Bisson, A. , Côté, J. , Dodds, C. , Smith, L. et Wright, D. (2011) *L'éducation internationale : un moteur-clé de la prospérité future du Canada*. Rapport du Comité consultatif.

CSTI (2012) *L'état des lieux en 2012. Le système des sciences, de la technologie et de l'innovation au Canada : aspirer au leadership mondial.* Conseil des sciences, de la technologie et de l'innovation : Ottawa.

Gouvernement du Canada (2014) *Un moment à saisir pour le Canada : aller de l'avant dans le domaine des sciences, de la technologie et de l'innovation.* Stratégie fédérale révisée pour la science et la technologie. Gouvernement du Canada : Ottawa.

Gouvernement du Canada (2009) *Réaliser le potentiel des sciences et de la technologie au profit du Canada*. Rapport d'avancement suivant celui du même nom, publié en 2007. Gouvernement du Canada : Ottawa.

Gouvernement du Québec (2013) *Politique nationale de la recherche et de l'innovatio*n. Québec (Canada).

IPFPC (2014) *La désintégration de la science publique au Canada.* Sondage mené par l'Institut professionnel de la fonction publique du Canada auprès des scientifiques du gouvernement fédéral. Voir http://www.pipsc.ca/portal/page/portal/website/issues/science/vanishingscience.

IPFPC (2013) *Coup de froid. Bâillonner la science au service de l'intérêt public*. Sondage mené par l'Institut professionnel de la fonction publique du Canada auprès des scientifiques du gouvernement fédéral.

Jenkins, T. , Dahlby, B. , Gupta, A. , Leroux, M. , Naylor, D. et Robinson, N. (2011) *Innovation Canada : Le pouvoir d'agir. Examen du soutien fédéral de la recherche-développement. Rapport final du groupe d'experts.* Voir http://examen-rd.ca/eic/site/033.nsf/fra/accueil.

Magnuson-Ford, K. et Gibbs, K. (2014) *Les scientifiques sont-ils libres de s'exprimer ? Évaluation des politiques de communication pour les scientifiques du gouvernement fédéral.* Evidence for Democracy et Université Simon Fraser. Voir https://evidencefordemocracy.ca/fr.

O'Hara, K. et Dufour, P. (2014) How accurate is the Harper government's misinformation? Scientific evidence and scientists in federal policy making, in : Doern, G. B. et Stoney, C. (dir.) *How Ottawa Spends, 2014-2015*. McGill-Queen's University Press, 2014, p. 178-191.

Simon, B. (2014) *Canada's International Education Strategy: Time for a Fresh Curriculum*. Étude commissionnée par le Conseil canadien des chefs d'entreprises et le Conseil international du Canada.

Turner, C. (2013) *Science on coupe ! Chercheurs muselés et aveuglements volontaires : bienvenue au Canada de Stephen Harper.* BOREAL : Québec.

Université d'Ottawa (2013) *L'avenir du Canada en tant que société novatrice : décalogue des critères de la politique*. Institut de recherche sur la science, la société et la politique publique.

Watters, D. (2014) The NCEs program – a remarkable innovation, *Research Money*, 22 décembre.

Paul Dufour, né en 1954 au Canada, est professeur adjoint à l'Institut de recherche sur la science, la société et la politique publique de l'Université d'Ottawa au Canada. M. Dufour a étudié l'histoire de la science et de la politique scientifique aux Universités McGill, Concordia et de Montréal au Canada.

Il a occupé le poste de directeur exécutif par intérim du Bureau du Conseiller national des sciences auprès du gouvernement du Canada. Il a également travaillé en tant que corédacteur d'une série pour les Cartermill Guides to World Science (Allemagne, Canada, Europe du Sud, Japon et Royaume-Uni) et a été rédacteur pour l'Amérique du Nord de la revue *Outlook on Science Policy*.



L'avenir s'annonce meilleur pour l'industrie que pour la recherche fondamentale

Shannon Stewart et Stacy Springs

Une infirmière se sert d'un appareil de luminothérapie pour traiter les effets secondaires de la chimiothérapie et de la radiothérapie chez un patient atteint de cancer, lors d'un essai organisé en 2011 à l'hôpital Birmingham par l'Université d'Alabama. La technologie HEALS (High Emissivity Aluminiferous Luminescent Substrate ; en français, substrat luminescent aluminifère à émissivité élevée) utilise 288 LED puissantes pour produire un faisceau lumineux intense. La thérapie photodynamique du même nom a été développée à partir d'expériences conduites dans la Station spatiale internationale.

Photo © : Jim West/Science Photo Library

5. États-Unis d'Amérique

Shannon Stewart et Stacy Springs

INTRODUCTION

Une reprise fragile

L'économie américaine s'est relevée de la récession de 2008-2009[1]. La bourse a atteint de nouveaux records et le PIB est reparti à la hausse depuis 2010, malgré quelques trimestres hésitants. Le taux de chômage s'établit à 5,5 % en 2015, soit un niveau nettement inférieur à son pic de 2010 (9,6 %).

Après une nette détérioration en 2008, la situation des finances publiques des États-Unis est en train de se rétablir. Grâce à une croissance économique de plus en plus robuste, le déficit budgétaire combiné de l'État fédéral et des États devrait diminuer pour atteindre 4,2 % du PIB en 2015. Il demeurera toutefois l'un des plus élevés des pays du G7 (figure 5.1). Le déficit budgétaire fédéral (2,7 % du PIB) représentera un peu moins des deux tiers du déficit total selon les prévisions[2] du Bureau du budget du Congrès américain, soit une baisse considérable par rapport au niveau record de 2009, à 9,8 % du PIB.

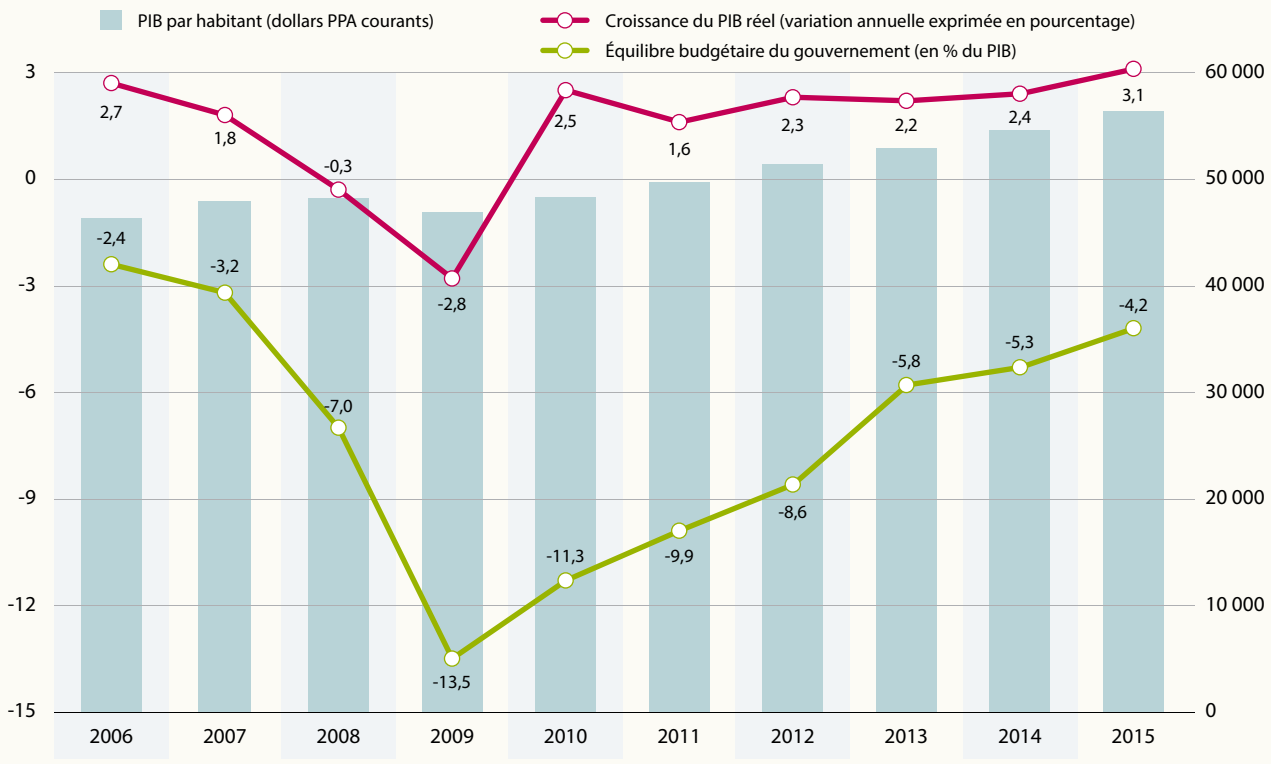
1. Selon le Bureau national américain de recherche économique, les États-Unis ont été en récession de décembre 2007 à fin juin 2009.

2. Voir https://www.cbo.gov/publication/49973

Depuis 2010, l'investissement fédéral dans la recherche et développement (R&D) a stagné du fait de la récession. Néanmoins, l'industrie a globalement maintenu son effort de R&D, en particulier dans les secteurs en pleine croissance et bénéficiant d'importants débouchés. De ce fait, la dépense totale de R&D n'a que légèrement fléchi, et la part des sources industrielles est passée de 68,1 % en 2010 à 69,8 %. À l'heure actuelle, les dépenses intérieures brutes de R&D (DIRD) augmentent à nouveau, tout comme la part revenant au secteur commercial (figures 5.2 et 5.3).

La reprise reste cependant fragile. Malgré la baisse du chômage, le nombre de demandeurs d'emploi s'élève encore à 8,5 millions, dont 2,5 millions sont des chômeurs de longue durée (c'est-à-dire des personnes au chômage depuis au moins 27 semaines). On compte par ailleurs 6,6 millions de personnes employées à temps partiel qui préféreraient travailler à temps plein, ainsi que 756 000 personnes qui ont cessé toute recherche d'emploi. Les salaires stagnent et parmi les personnes qui ont perdu leur emploi pendant la récession, beaucoup ont retrouvé du travail dans les secteurs en croissance mais avec un salaire inférieur. Le salaire horaire moyen n'a augmenté que de 2,2 % au cours des 12 mois précédant avril 2015.

Figure 5.1 : **PIB par habitant, croissance du PIB et déficit du secteur public aux États-Unis, 2006-2015**

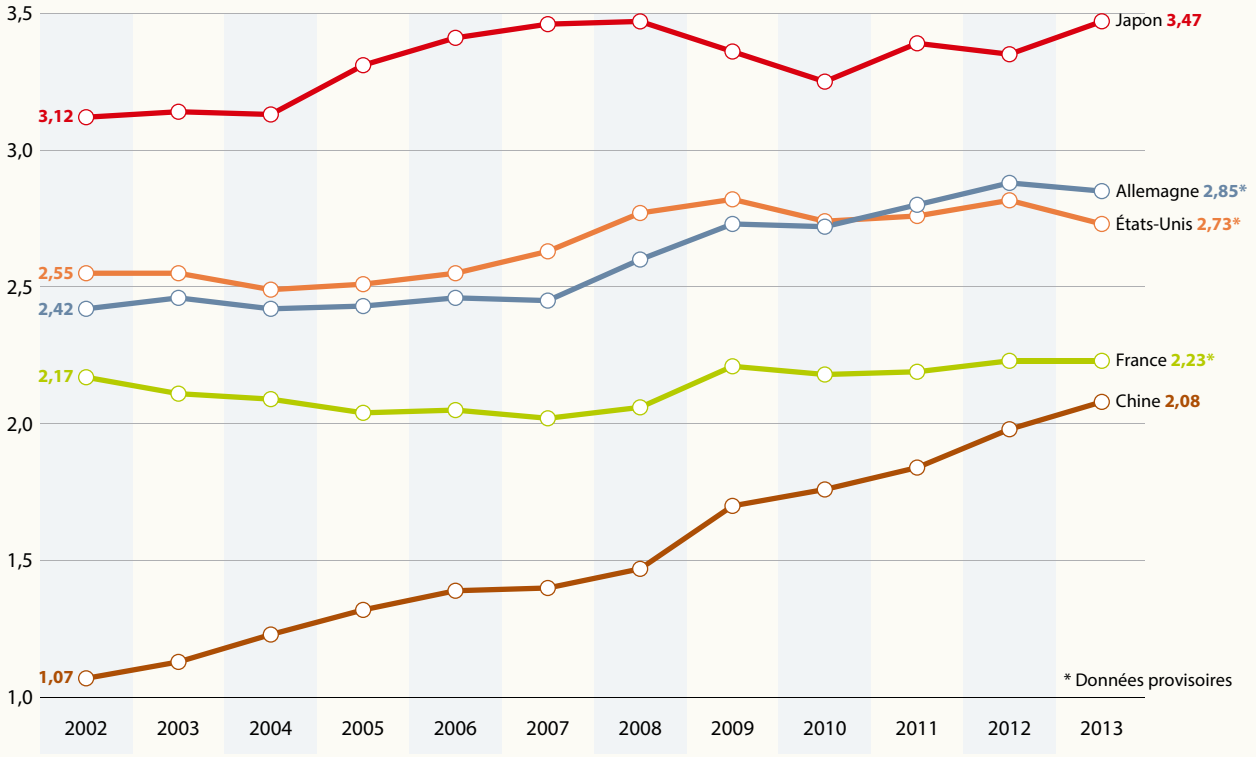


Remarque : Les données sur 2015 sont des estimations. Le solde budgétaire des administrations publiques est aussi appelé ratio capacité/besoin de financement net des administrations publiques. Il inclut l'administration fédérale et celle des États.

Source : FMI, Data Mapper en ligne, août 2015

Figure 5.2 : **Ratio DIRD/PIB aux États-Unis, 2002-2013 (%)**

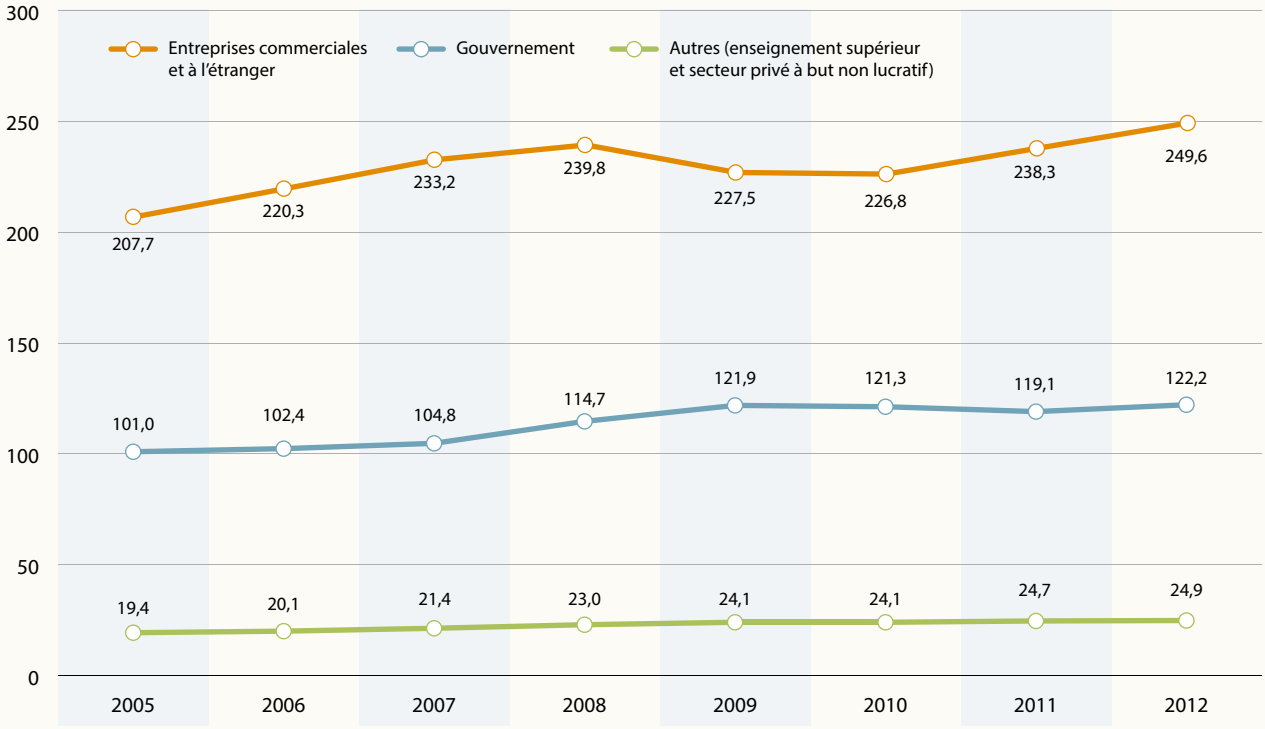
Les données des autres pays sont indiquées à titre de comparaison (%)



Source : Institut de statistique de l'UNESCO, août 2015. Les données sur les États-Unis pour 2013 sont tirées des Principaux indicateurs de la science et de la technologie de l'OCDE, août 2015.

Figure 5.3 : **Répartition des DIRD aux États-Unis par source de financement, 2005-2012**

En milliards de dollars PPA constants de 2005



Source : Institut de statistique de l'UNESCO, août 2015.

Les fonds engagés au titre du plan de relance adopté en 2009 pour stimuler l'économie (*American Recovery and Reinvestment Act*) ont sans doute atténué les risques de pertes d'emploi à court terme dans le secteur des sciences et de la technologie, du fait qu'une part importante de ces mesures était destinée à soutenir la R&D. Une étude réalisée par Carnivale et Cheah (2005) a montré que les étudiants diplômés en science, technologie, ingénierie ou mathématiques étaient moins touchés par le chômage que la moyenne ; seuls 5 % d'entre eux étaient sans emploi en 2011-2012. Les détenteurs d'un diplôme en sciences physiques écopaient du taux de chômage le plus faible. Les salaires moyens des jeunes diplômés ont toutefois baissé quelle que soit la discipline. Par ailleurs, même si l'Institut de recherche industrielle indique que les entreprises prévoient d'embaucher des personnes chevronnées comme des jeunes diplômés (dans des proportions certes moindres que l'année passée), les coupes annoncées dans le budget fédéral de la R&D en 2015 et 2016 ne laissent rien présager de bon s'agissant du financement public de la recherche.

Gel des budgets fédéraux de recherche

Si le président soumet une proposition de budget annuel pour la science aux États-Unis, la décision finale concernant le financement fédéral appartient toutefois au Congrès (parlement bicaméral). De 2011 à 2015, les deux principaux partis politiques contrôlaient chacun l'une des chambres du Congrès : les Républicains disposaient de la majorité à la Chambre des représentants et les Démocrates au Sénat. En janvier 2015, les Républicains ont également pris le contrôle du Sénat. Malgré les efforts du gouvernement pour augmenter le financement de la recherche, les priorités du Congrès ont largement prévalu (Tollefson, 2012). La plupart des budgets fédéraux de recherche ont été gelés ou ont décliné en dollars indexés au cours des cinq dernières années, conséquence des efforts d'austérité du Congrès visant à économiser 4 000 milliards afin de réduire le déficit budgétaire fédéral. Depuis 2013, le Congrès a refusé à plusieurs reprises d'approuver le budget fédéral présenté par le gouvernement. Le Congrès dispose de ce pouvoir de négociation depuis qu'il a voté une loi en 2011 selon laquelle des coupes budgétaires automatiques d'un montant proche de 1 000 milliards de dollars s'appliqueraient globalement dès 2013 si le Congrès et la Maison Blanche ne parvenaient pas à s'accorder sur un plan de réduction du déficit. Le bras de fer budgétaire de 2013 a entraîné une fermeture de l'administration américaine pendant plusieurs semaines, certains fonctionnaires fédéraux se retrouvant de facto en situation de congé sans solde. Les effets de l'austérité et des restrictions budgétaires pèsent sur l'investissement fédéral. Ainsi, comme nous allons le voir, il est difficile pour les jeunes scientifiques de faire carrière.

Cette politique d'austérité peut s'expliquer, en partie, par la perception que le besoin de R&D est moins prégnant qu'auparavant. Avec la fin de deux longues interventions en Afghanistan et en Iraq, les technologies militaires ne constituent plus la priorité en matière de recherche et on constate une diminution des activités de R&D dans le secteur de la défense. Par ailleurs, les dépenses fédérales dans la recherche en sciences de la vie n'ont pas augmenté aussi vite que l'inflation, malgré les nouveaux besoins d'une population vieillissante. L'investissement au niveau fédéral dans la recherche énergétique et climatique a quant à lui été modeste.

Dans son discours sur l'état de l'Union en 2015, le Président Obama a présenté ses priorités stratégiques pour l'avenir, à savoir la poursuite de la lutte contre le changement climatique et une nouvelle initiative pour une médecine de précision. La concrétisation des priorités de l'exécutif doit beaucoup à la collaboration entre le gouvernement, l'industrie et le secteur à but non lucratif. Parmi les actions phares conçues selon ce modèle de collaboration figurent l'Initiative BRAIN (Brain Research through Advancing Innovative Neurotechnologies), une initiative de recherche sur le cerveau qui cherche à accélérer le développement et l'application des neurotechnologies innovantes ; le Partenariat pour un secteur manufacturier de pointe ; et la loi sur l'engagement des entreprises américaines pour le climat (*American Business Act on Climate Pledge*), qui a récemment permis au gouvernement de recueillir auprès de ses partenaires industriels des promesses de financement d'un montant de 140 milliards de dollars. Nous examinerons ces trois initiatives dans la prochaine section.

Sur le plan international, les États-Unis sont confrontés à la mutation progressive et irréversible du paysage scientifique, caractérisée par le passage d'une structure unipolaire à un environnement plus international et multipolaire. Les effets de cette mutation s'observent à nombre de niveaux du système scientifique américain, depuis l'éducation jusqu'à l'activité en matière de brevets. Par exemple, l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) prévoit que les dépenses de R&D de la Chine dépasseront celles des États-Unis aux alentours de 2019 (voir également le chapitre 23). Bien que les États-Unis soient actuellement les leaders mondiaux en termes de R&D, leur avance diminue et devrait continuer à s'amenuiser, voire disparaître complètement, dans un futur proche.

LES PRIORITÉS DU GOUVERNEMENT

Changement climatique : la priorité de la politique scientifique

L'administration Obama a fait du changement climatique la priorité absolue de sa politique scientifique. L'investissement dans les nouvelles énergies pour réduire les émissions de gaz à effet de serre responsables du changement climatique est l'une des principales stratégies adoptées. Elle se traduit notamment par l'allocation de fonds à la recherche fondamentale dans le domaine de l'énergie au niveau des universités, par des prêts aux entreprises et par d'autres incitations en faveur de la R&D. La Maison Blanche a su tirer profit de la crise économique qui a suivi la crise financière pour investir dans la science et la recherche et développement. Depuis, les difficultés politiques ont toutefois contraint le président à revoir ses ambitions à la baisse.

Devant l'opposition du Congrès, le président a pris des mesures pour lutter contre le changement climatique dans la limite de ce que lui permettent ses pouvoirs exécutifs. En mars 2015, il a par exemple opposé son veto à un projet de loi qui aurait autorisé la construction de l'oléoduc Keystone XL visant à transporter à travers les États-Unis du pétrole issu des sables bitumineux du Canada jusqu'au golfe du Mexique. Il a également supervisé la création de nouvelles normes ambitieuses sur le carburant pour les voitures et les camions. En 2014, son principal conseiller

scientifique, John Holdren, directeur du Bureau de la politique scientifique et technologique et vice-président du Conseil du président pour la science et la technologie[3], a dirigé et rendu public une *Évaluation nationale du climat*, une étude approfondie et revue par les pairs des effets du changement climatique aux États-Unis. Au nom de la nécessité pour les États-Unis de garantir leur indépendance énergétique, le président a toutefois autorisé la fracturation hydraulique et approuvé, en 2015, le forage du pétrole dans l'océan Arctique.

Le gouvernement a décidé d'utiliser le mandat de l'Agence de protection de l'environnement (EPA) pour réguler les émissions de gaz à effet de serre. L'EPA s'est fixé comme objectif de réduire de 30 % les émissions de CO_2 des centrales électriques américaines. Certains États contribuent également à cette politique puisqu'ils sont libres de fixer leurs propres objectifs en matière d'émissions. La Californie est l'un des états les plus stricts dans ce domaine. En avril 2015, le gouverneur a fixé un objectif de réduction des émissions de CO_2 de 40 % d'ici 2030 par rapport aux niveaux de 1990. La Californie a connu une grave sécheresse ces dernières années.

Les États-Unis ne pourront atteindre leurs objectifs de réduction des émissions sans l'engagement des acteurs industriels. Le 23 juillet 2015, 13 grandes entreprises américaines se sont engagées à investir 140 milliards de dollars dans des projets de réduction des émissions, dans le cadre de l'*American Business Act on Climate Pledge* annoncé par la Maison Blanche. Six d'entre elles ont pris les engagements suivants :

- Bank of America s'est engagée à augmenter ses investissements en faveur de l'environnement jusqu'à 125 milliards de dollars d'ici 2025, contre 50 milliards actuellement ;
- Coca-Cola s'est engagé à réduire son empreinte carbone d'un quart d'ici 2020 ;
- Google, qui est le premier acheteur mondial d'énergie renouvelable pour alimenter ses centres de données, a annoncé qu'il allait tripler ses achats au cours de la prochaine décennie ;
- La chaîne de supermarchés Walmart, leader mondial de la distribution, s'est engagée à augmenter sa production d'énergies renouvelables de 600 % et à doubler le nombre de ses supermarchés fonctionnant grâce à ces énergies ;
- Berkshire Hathaway Energy (groupe Warren Buffett) va doubler ses investissements en faveur des énergies renouvelables, d'une valeur actuelle de 15 milliards de dollars ;
- Alcoa, le fabricant d'aluminium, vise une réduction de 50 % de ses émissions de CO_2 à l'horizon 2025.

3. Ce groupe de scientifiques reconnus conseille le président en lui remettant des rapports thématiques. Les rapports les plus récents ont notamment examiné le respect de la vie privée à l'heure des mégadonnées, ainsi que des questions liées au rôle de la technologie dans l'éducation, la formation et la prestation des soins de santé. Les travaux du conseil reflètent généralement davantage les priorités présidentielles que les rapports des académies nationales des sciences.

Une Charte des droits des patients pour améliorer les soins de santé

L'amélioration des soins de santé est une priorité de l'administration Obama. La loi sur la protection des patients et l'accessibilité des soins (*Patient Protection and Affordable Care Act*) a été promulguée par le président américain en mars 2010 et confirmée par une décision de la Cour suprême en juin 2012. Présentée comme la « Charte des droits des patients », la loi vise à fournir une couverture de santé à un maximum de citoyens.

La loi sur la concurrence et l'innovation des prix des produits biologiques (*Biologics Price Competition and Innovation Act*) a été adoptée dans le cadre de cette loi. Il s'agit d'un cadre réglementaire permettant de raccourcir la procédure d'autorisation de mise sur le marché des médicaments biologiques qui sont considérés comme « biosimilaires » ou « interchangeables » avec des médicaments biologiques déjà homologués. Cette loi s'est inspirée de la loi de 1984 sur la concurrence des prix et la réactivation des brevets (*Drug Price Competition and Patent Restoration Act*), mieux connue sous le nom de « loi Hatch-Waxman », qui a favorisé la mise en concurrence des médicaments génériques afin de limiter l'inflation du prix des médicaments les plus chers. L'adoption de la loi intervient également alors que les brevets de nombreux médicaments biologiques vont expirer au cours de la prochaine décennie.

Bien que le *Biologics Price Competition and Innovation Act* ait été adopté en 2010, il a fallu attendre 2015 pour voir l'Agence américaine des médicaments et des produits alimentaires (FDA) homologuer le premier médicament biosimilaire, à savoir le Zarxio, produit par Sandoz. Son produit biologique de référence, le Neupogen, est un médicament anticancéreux qui stimule la production de globules blancs pour lutter contre les infections. En septembre 2015, un tribunal américain a débouté Amgen, le fabricant du Neupogen, qui entendait faire interdire la commercialisation du Zarxio aux États-Unis. Le Neupogen coûte environ 3 000 dollars par cycle de chimiothérapie ; le Zarxio, commercialisé depuis le 3 septembre 2015 aux États-Unis, est 15 % moins cher. En Europe, ce biosimilaire a été approuvé dès 2008 et il est commercialisé depuis sans incident. Le retard pris par les États-Unis pour élaborer une procédure d'autorisation a fait l'objet de critiques, d'aucuns soutenant qu'il constitue un obstacle à l'accès aux traitements à base de produits biologiques.

L'économie réelle que représente l'utilisation de biosimilaires est difficile à évaluer. Une étude réalisée en 2014 par l'Institut Rand estime qu'elle pourrait se situer entre 13 et 66 milliards de dollars sur la période 2014-2024, en fonction du degré de concurrence et des cadres d'homologation réglementaire de la FDA. Contrairement aux médicaments génériques, des tests minimaux et bon marché ne peuvent suffire à prouver la biosimilarité et à homologuer les biomédicaments. Les biomédicaments étant des substances complexes et hétérogènes, produites à partir de cellules vivantes, on ne peut les reproduire de façon exacte. Les essais cliniques doivent donc démontrer qu'ils sont fortement semblables à un produit biologique de référence et qu'ils ne présentent pas de différences significatives en termes d'efficacité thérapeutique et d'innocuité par rapport à celui-ci. Les coûts de développement dépendront en grande partie du nombre d'essais cliniques nécessaires.

Le *Patient Protection and Affordable Care Act* inclut des incitations financières pour les prestataires de soins de santé qui adoptent des systèmes de dossiers médicaux électroniques : jusqu'à 63 750 dollars pour un médecin dont la clientèle compte au minimum 30 % de patients couverts par Medicaid, un programme de l'État, financé au niveau fédéral, pour les personnes aux revenus modestes. D'après un rapport annuel remis au Congrès en octobre 2014, plus de 6 hôpitaux sur 10 ont échangé par voie électronique des informations sur la santé des patients avec des prestataires externes, et 7 prestataires de santé sur 10 ont délivré de nouvelles ordonnances par voie électronique. L'un des avantages du système de dossiers médicaux électroniques est de faciliter l'analyse d'un grand nombre de données sur la santé des patients en vue de personnaliser les soins. On doit au président Georges W. Bush d'avoir lancé en 2004 un plan visant à instaurer les dossiers médicaux électroniques à l'horizon 2014, afin de réduire les erreurs médicales, d'optimiser les traitements et de consolider les dossiers médicaux, pour améliorer la qualité et la rentabilité des soins.

Traitements pour le XXIe siècle

L'objectif du projet de loi sur les traitements pour le XXIe siècle (21st Century Cures) est de rationaliser la découverte, la fabrication et l'homologation des médicaments en levant les barrières qui entravent le partage d'informations, en renforçant la transparence réglementaire et en modernisant les normes relatives aux essais cliniques. Le projet de loi prévoit la mise en place d'un fonds d'innovation doté de 1,75 milliard de dollars par an sur cinq ans pour les Instituts de santé nationaux (NIH), l'un des principaux organismes scientifiques américains, et de 110 millions de dollars par an sur cinq ans pour la FDA. Soutenu par plusieurs groupes industriels, le projet bénéficie d'un large soutien. Le projet de loi a été adopté par la Chambre des représentants le 10 juillet 2015 à la faveur d'un rare élan de collaboration bipartisane. Au moment de la rédaction de ce rapport, en août 2015, le projet de loi n'avait pas encore été présenté au Sénat.

Si elle était adoptée, cette loi modifierait la réalisation des essais cliniques en autorisant de nouveaux types d'essais adaptatifs prenant en compte des paramètres personnalisés, tels que les biomarqueurs et la génétique. Cette disposition suscite la controverse, certains médecins mettant en garde contre le risque d'accorder trop d'importance aux biomarqueurs en tant qu'indicateurs d'efficacité, dans la mesure où ceux-ci ne reflètent pas forcément l'amélioration de l'état de santé d'un patient. Le projet de loi inclut également des dispositions spécifiques pour favoriser l'élaboration et faciliter l'homologation de médicaments contre des maladies rares et de nouveaux antibiotiques, avec notamment la possibilité de mettre certains médicaments à la disposition de populations spécifiques, ce qui constituerait le premier exemple, d'un point de vue réglementaire, de traitement différencié d'un sous-groupe de population identifié pour une maladie en particulier. (Pour une autre approche de l'accélération du processus d'homologation des médicaments au travers d'une collaboration préconcurrentielle, voir encadré 5.1, « Le Partenariat pour l'accélération des traitements »).

L'Initiative BRAIN : un « grand défi »

En 2009, l'administration Obama a publié sa *Stratégie pour l'innovation américaine*, qui sera actualisée deux ans plus tard. Cette stratégie met en avant la croissance économique axée sur l'innovation, qu'elle voit comme un moyen d'augmenter les niveaux de revenu, de créer des emplois de meilleure qualité et d'améliorer la qualité de la vie. L'un des éléments de cette stratégie sont les « grands défis » présentés par le président en avril 2013, trois mois après sa réélection, pour accélérer les progrès dans les domaines prioritaires, en unissant les efforts des partenaires publics, privés et philanthropiques.

L'Initiative BRAIN est l'un des « grands défis » annoncés par le président en avril 2013. L'objectif est d'exploiter les technologies dans les domaines de la génétique, de l'optique et de l'imagerie pour visualiser les neurones et les circuits complexes du cerveau, afin de mieux comprendre son fonctionnement et sa structure.

L'Initiative BRAIN a déjà rassemblé des engagements de plus de 300 millions de dollars en ressources d'agences fédérales (NIH, FDA, Fondation nationale pour la science, etc.), du secteur privé (National Photonics Initiative, General Electric, Google, GlaxoSmithKline, etc.) et du secteur philanthropique (fondations et universités).

La première phase est consacrée à l'élaboration d'outils. Les NIH, guidés par la vision scientifique de leurs présidents, les docteurs Cori Bargmann et William Newsome, ont créé 58 prix d'un montant total de 46 millions de dollars. De son côté, l'Agence des projets de recherche de pointe dans la défense s'est consacrée à l'élaboration d'outils visant à créer des interfaces électriques avec le système nerveux pour traiter les troubles de la motricité. De leur côté, les partenaires industriels élaborent des solutions améliorées en termes d'imagerie, de stockage et d'analyse dont le projet aura besoin. Les universités américaines se sont quant à elles engagées à mobiliser leurs centres de neurosciences et leurs équipements de base en vue de la réalisation des objectifs de l'Initiative BRAIN.

L'Initiative pour une médecine de précision

La médecine de précision, définie comme le fait de « donner le bon traitement au bon patient au bon moment », consiste à ajuster le traitement aux caractéristiques physiologiques, biochimiques et génétiques de chaque patient. Dans la proposition budgétaire qu'il a défendue pour 2016, le président a proposé qu'une enveloppe de 215 millions de dollars soit partagée entre les NIH, l'Institut national du cancer et la FDA afin de financer une initiative pour une médecine de précision. En août 2015, le budget n'avait pas encore été soumis au vote. Entre 2005 et 2010, les entreprises pharmaceutiques et biopharmaceutiques ont augmenté leurs investissements dans la médecine de précision de près de 75 %, et une nouvelle augmentation de 53 % est prévue d'ici 2015. Entre 12 et 50 % des médicaments en cours de développement par ces entreprises sont liés à la médecine personnalisée (voir encadré 5.2).

Mettre l'accent sur la fabrication de pointe

L'une des principales priorités du gouvernement fédéral a été de faire de la fabrication de pointe un ressort de l'amélioration de la compétitivité américaine et de la création d'emplois. En 2013, le président a annoncé la création d'un comité de pilotage pour le Partenariat pour un secteur manufacturier de pointe (AMP 2.0). Suivant les recommandations des coprésidents représentant les secteurs de l'industrie, de l'emploi et des universités, il a également appelé à la création d'un réseau national mettant en relation des instituts pour l'innovation dans le secteur de la production afin de « développer les technologies et les processus de fabrication de pointe ». Le Congrès a approuvé cette demande, ce qui a permis

Encadré 5.1 : **Le Partenariat pour l'accélération des traitements**

Le Partenariat pour l'accélération des traitements a été lancé par les NIH le 4 février 2014 à Washington, D.C. Ce partenariat public-privé rassemble les NIH et la FDA, pour le côté public, 10 grands groupes biopharmaceutiques, ainsi que plusieurs organisations à but non lucratif. Les organismes publics et l'industrie cofinancent le budget d'un montant de 230 millions de dollars (voir tableau 5.1).

Au cours des cinq années à venir, le partenariat développera jusqu'à cinq projets pilotes relatifs au traitement de trois maladies courantes mais difficiles à soigner : la maladie d'Alzheimer, le diabète de type 2 (chez l'adulte) et deux maladies auto-immunes, la polyarthrite rhumatoïde et le lupus. L'objectif à terme est d'augmenter le nombre de diagnostics et de thérapies pour les patients et de réduire la durée et le coût de leur développement.

« À l'heure actuelle, nous investissons trop d'argent et de temps dans l'étude de "voies sans issue", tandis que les patients et leurs familles attendent », a estimé le directeur des NIH, Francis S. Collins, lors du lancement du partenariat. « Tous les acteurs du secteur biomédical s'accordent sur le fait qu'il s'agit d'un défi hors de la portée des secteurs individuels et qu'il est temps de travailler main dans la main et d'explorer ensemble de nouvelles méthodes afin d'augmenter nos chances collectives de réussite. »

La durée de fabrication d'un nouveau médicament dépasse de loin la décennie et le taux d'échec excède les 95 %. En conséquence, chaque médicament développé avec succès coûte plus d'un milliard de dollars. Les échecs les plus coûteux sont ceux qui se produisent lors des dernières phases d'essai. Il est donc essentiel d'identifier les bonnes cibles biologiques (gènes, protéines et autres molécules) le plus tôt possible au cours du processus de développement, afin de concevoir des médicaments plus rationnels et des traitements mieux adaptés.

Pour chaque projet pilote, les scientifiques des NIH et de l'industrie ont élaboré des plans de recherche visant à définir des indicateurs moléculaires efficaces de la maladie, appelés biomarqueurs, et à identifier les cibles biologiques les plus susceptibles de réagir à de nouvelles thérapies (connues sous le nom de thérapies ciblées). Ils pourront ainsi se concentrer sur un nombre plus réduit de molécules. Les laboratoires partageront des échantillons (sang, tissus du cerveau prélevés chez des patients décédés) nécessaires pour identifier les biomarqueurs. Ils participeront également aux essais cliniques des NIH.

Le partenariat sera géré par le biais de la Fondation pour les NIH. Point essentiel, les partenaires industriels ont accepté de rendre toutes les données et analyses issues du partenariat accessibles à l'ensemble de la communauté de la recherche biomédicale. Ils se sont engagés à n'utiliser aucune découverte pour développer leurs propres médicaments, tant que les résultats n'auront pas été rendus publics.

Source : www.nih.gov/science/amp/index.htm.

Tableau 5.1 : **Paramètres du Partenariat pour l'accélération des traitements, 2014**

Partenaires gouvernementaux	Partenaires industriels	Organisations à but non lucratif partenaires
FDA	AbbVie (É.-U.)	Association Alzheimer
NIH	Biogen (É.-U.)	Association américaine du diabète
	Bristol-Myers Squibb (É.-U.)	Fondation américaine du lupus
	GlaxoSmithKline (R.-U.)	Fondation pour les NIH
	Johnson & Johnson (É.-U.)	Fondation Geoffrey Beene
	Lilly (É.-U.)	PhRMA
	Merck (É.-U.)	Fondation pour la recherche en rhumatologie
	Pfizer (É.-U.)	USAgainstAlzheimer's
	Sanofi (France)	
	Takeda (Japon)	

Maladie ciblée	Budget total du projet (en millions de dollars)	Budget total des NIH (en millions de dollars)	Budget total de l'industrie (en millions de dollars)
Maladie d'Alzheimer	129,5	67,6	61,9
Diabète de type 2	58,4	30,4	28,0
Polyarthrite rhumatoïde et lupus	41,6	20,9	20,7
Total	**229,5**	**118,9**	**110,6**

au président de promulguer une loi sur la relance de l'industrie manufacturière américaine (*Revitalize American Manufacturing Act*) en septembre 2014, avec à la clé un investissement de 2,9 milliards de dollars. Ces fonds, auxquels viendront s'ajouter des investissements équivalents de la part de partenaires privés et non fédéraux, serviront à créer un premier réseau de 15 instituts, dont 9 ont d'ores et déjà été identifiés ou établis. Ces instituts travaillent sur les procédés de fabrication additive, comme l'impression tridimensionnelle (3D), la conception et la fabrication numérique, la construction légère, les semi-conducteurs à large bande, les appareils électroniques souples et hybrides, la photonique intégrée, les énergies propres et les textiles et fibres nouvelle génération. L'objectif de ces pôles d'innovation sera de garantir une collaboration pérenne en matière d'innovation entre les parties prenantes de l'administration, du secteur industriel et du monde universitaire, afin de développer et de présenter des technologies de fabrication de pointe qui augmentent la productivité commerciale. L'objectif est aussi de rassembler les meilleurs talents de tous les secteurs pour faire la démonstration de technologies de pointe et de créer un vivier de talents dans ce domaine.

Les navettes spatiales habitées ne sont plus la priorité

Contrainte de réaliser des économies, l'Agence spatiale américaine (NASA) a décidé de renoncer aux vols spatiaux habités ces dernières années. Elle a ainsi mis fin à son programme phare de navette spatiale en 2011, et le programme prévu pour lui succéder a été annulé. Les Américains dépendent désormais des fusées russes Soyouz pour envoyer leurs astronautes vers la Station spatiale internationale. En parallèle, le partenariat entre la NASA et le groupe privé américain SpaceX se renforce, mais SpaceX n'est pas encore en mesure d'assurer des vols habités. En 2012, son vaisseau Dragon est devenu le premier vaisseau spatial commercial à acheminer du fret vers et depuis la Station spatiale internationale.

En 2015, la sonde spatiale américaine New Horizons a réussi à effectuer un survol de la planète naine Pluton dans la ceinture de Kuiper, à 4,8 milliards de kilomètres de la Terre, une prouesse que l'astrophysicien Neil deGrasse Tyson a comparée à « un trou en un coup sur un terrain de golf de plus de 3 kilomètres ». John Holdren, le principal conseiller scientifique du président, a souligné que les États-Unis étaient devenus le premier pays à avoir exploré la totalité du système solaire.

LES PRIORITÉS DU CONGRÈS

Volonté de diminuer le financement de la recherche

La présidence républicaine du Comité pour la science, l'espace et la technologie de la Chambre des représentants a exprimé publiquement son scepticisme concernant le programme relatif au changement climatique de l'administration Obama. Elle a également cherché à réduire le budget consacré à la recherche dans les domaines des géosciences et des nouvelles énergies, tout en resserrant l'étau politique sur les dépenses. Certains membres du Congrès s'en sont pris à des subventions spécifiques, dénonçant un manque de jugement scientifique et un gaspillage, un discours qui trouve un écho auprès des électeurs.

Le Congrès peut fixer directement la politique scientifique en adoptant des législations qui affectent à la fois le cadre juridique et les financements. Les projets de loi du Congrès couvrent des thèmes extrêmement divers, allant de la préparation aux inondations aux nanotechnologies, en passant par l'exploitation pétrolière offshore et les traitements contre la dépendance. Voici trois exemples de lois qui ont un impact important sur la politique scientifique américaine : la loi pour la promotion de l'excellence dans les sciences, la technologie et l'éducation (*America COMPETES Act*), la loi de séquestre budgétaire et la loi sur la modernisation de la sécurité alimentaire (*Food Safety Modernization Act*).

Un plus grand contrôle du Congrès sur le financement des bourses

L'*America COMPETES Act* a été voté en 2007 puis renouvelé et entièrement financé en 2010. Un nouveau renouvellement sera débattu avant la fin de la législature actuelle en janvier 2017. L'objectif de cette loi est de stimuler la recherche et l'innovation par le biais d'investissements dans l'éducation, la formation des enseignants, et des prêts garantis pour les technologies de fabrication innovantes et l'infrastructure scientifique. La loi prévoit également une évaluation régulière des progrès dans ces trois domaines, ainsi que de la compétitivité globale des États-Unis en matière scientifique et technologique. Le volet prioritaire sur l'éducation de l'*America COMPETES Act* et son impact dans ce domaine sont examinés en détail dans la section sur les tendances en matière d'éducation (voir p. 148).

Au moment de la rédaction de ce rapport, en août 2015, la loi de renouvellement de l'*America COMPETES Act* de 2015 a été votée par la Chambre mais pas par le Sénat. Si elle est adoptée, cette loi permettra au Congrès d'exercer un contrôle sur les dispositifs de bourses financées par la Fondation nationale pour la science (NSF). Elle imposerait également comme condition de financement que toutes les bourses accordées par la NSF correspondent à des recherches qui soient au service de l'intérêt national. La NSF devrait alors accompagner ses décisions de financement d'une justification écrite démontrant comment la bourse s'inscrit dans l'un des sept grands axes d'« intérêt national » tels que définis dans le projet de loi. Ces sept axes ont pour ambition de :

- augmenter la compétitivité économique des États-Unis ;
- améliorer la santé et le bien-être des Américains ;
- développer les compétences en science, technologie, ingénierie et mathématiques chez les actifs et les rendre compétitifs au plan international ;
- augmenter les connaissances scientifiques du grand public et sa participation dans le domaine des sciences et de la technologie ;
- développer les partenariats entre le monde universitaire et l'industrie ;
- soutenir la défense nationale ; ou
- promouvoir le progrès scientifique aux États-Unis.

Le mécanisme du séquestre a pesé sur les budgets de la recherche

Comme nous l'avons vu dans l'introduction, le séquestre désigne un ensemble de coupes budgétaires automatiques visant à réduire le déficit fédéral. Depuis 2013, les budgets des organismes qui financent la R&D ont subi des réductions globales comprises entre 5,1 et 7,3 % et devraient rester gelés jusqu'en 2021. Effectuées en dehors du calendrier régulier des enveloppes budgétaires, ces coupes ont pris beaucoup d'institutions par surprise, en particulier les universités et les laboratoires publics qui dépendent de financements fédéraux.

Encadré 5.2 : **Tendances industrielles dans les sciences de la vie aux États-Unis**

Hausse de l'investissement industriel

Avec 46 % des dépenses mondiales de R&D dans le domaine des sciences de la vie, les États-Unis sont les leaders mondiaux en la matière. En 2013, les groupes pharmaceutiques américains ont dépensé 40 milliards de dollars en R&D aux États-Unis et près de 11 milliards de dollars à l'étranger. Les industries liées aux sciences de la vie représentent environ 7 % des entreprises du classement 2014 des 100 plus grands innovateurs mondiaux établi par Thomson Reuters, une proportion similaire à celles des entreprises du secteur des produits de consommation et de celui des télécommunications.

Les groupes pharmaceutiques se sont montrés très actifs sur le terrain des fusions et acquisitions en 2014 et 2015. Au cours du premier semestre 2014, les opérations de ce type ont totalisé 317,4 milliards de dollars ; au cours du premier trimestre 2015, l'industrie pharmaceutique a représenté un peu plus de 45 % de l'ensemble des fusions et acquisitions réalisées aux États-Unis.

En 2014, les investissements en capital risque dans les sciences de la vie ont atteint leur niveau le plus élevé depuis 2008, avec 789 opérations d'un montant cumulé de 8,6 milliards de dollars, dont 470 opérations d'un montant total de 6 milliards de dollars dans le seul domaine des biotechnologies. Deux tiers (68 %) des investissements réalisés dans le domaine des biotechnologies ont concerné des entreprises en phase de création/démarrage, et le reste des entreprises en phase de croissance (14 %), d'amorçage (11 %) et de postcréation (7 %).

Explosion du prix des médicaments sur ordonnance

En 2014, les dépenses de médicaments sur ordonnance ont atteint 374 milliards de dollars. Contre toute attente, cette soudaine augmentation n'a pas été causée par les millions d'Américains qui doivent au *Patient Protection and Affordable Care Act* de 2010 de bénéficier pour la première fois d'une couverture de santé (et qui ne représentent qu'un milliard de dollars de dépenses supplémentaires), mais par les nouveaux traitements, très coûteux, contre l'hépatite C (11 milliards de dépenses supplémentaires). Environ 31 % des dépenses ont concerné des régimes thérapeutiques spécialisés pour soigner les maladies inflammatoires, la sclérose en plaques, les cancers, l'hépatite C, le VIH, etc. Les traitements traditionnels contre le diabète, les taux élevés de cholestérol, la douleur, la tension artérielle et les maladies cardiaques, l'asthme, la dépression, etc., ont représenté 6,4 % des dépenses.

De janvier 2008 à décembre 2014, le prix des médicaments génériques couramment prescrits a baissé de près de 63 % alors que celui des médicaments non génériques d'usage courant a augmenté d'un peu plus de 127 %. Cependant, on voit se dessiner une nouvelle tendance aux États-Unis (où le prix de consommation des médicaments est en grande partie non régulé), avec l'acquisition de produits pharmaceutiques par octroi de licence, rachat, fusion ou acquisition, qui entraîne une hausse vertigineuse des prix. Le *Wall Street Journal* a fait état d'augmentations allant jusqu'à 600 % pour certains médicaments non génériques.

Des médicaments orphelins coûteux

Les maladies orphelines touchent moins de 200 000 personnes par an. Depuis 1983, la FDA (2015) a accordé le statut de médicament rare à plus de 400 médicaments et produits biologiques, dont 260 pour la seule année 2013. En 2014, les ventes des 10 principaux médicaments orphelins aux États-Unis se sont élevées à 18,32 milliards de dollars. Selon les estimations, les ventes mondiales de médicaments orphelins devraient totaliser 28,16 milliards de dollars d'ici 2020, soit 19 % des ventes totales de médicaments sur ordonnance (176 milliards de dollars).

Cependant, le coût des médicaments orphelins est 19,1 fois supérieur à celui des autres médicaments (prix de 2014 sur une base annuelle), soit un montant moyen de 137 782 dollars par patient et par an. D'aucuns s'inquiètent que les incitations mises en place par la FDA pour que les groupes pharmaceutiques développent des médicaments orphelins ne les conduisent à négliger le développement de médicaments pouvant soigner une plus grande partie de la population.

Les PME dominent le marché des dispositifs médicaux

Selon le Département américain du commerce, le marché des dispositifs médicaux aux États-Unis devrait atteindre 133 milliards de dollars en 2016. On compte plus de 6 500 entreprises de dispositifs médicaux aux États-Unis, dont plus de 80 % emploient moins de 50 personnes. Les observateurs du marché des dispositifs médicaux anticipent l'élaboration et l'émergence de nouveaux dispositifs : dispositifs portables de surveillance, diagnostic et suivi à distance, robots, biocapteurs, imprimantes 3-D, nouveaux tests de diagnostic in vitro et nouvelles applications mobiles permettant aux utilisateurs de mieux surveiller leur santé et les comportements qui affectent leur santé.

Pôles de biotechnologie

Les pôles de biotechnologie se caractérisent par la concentration de talents issus des universités les plus prestigieuses et des meilleurs centres de recherche universitaire, d'hôpitaux et de centres d'enseignement et de recherche médicale de premier ordre, ainsi que de start-up ou de grands groupes (bio) pharmaceutiques ; une activité de brevetage ; des bourses de recherche financées par les NIH et des politiques et initiatives publiques. Ces dernières ciblent le développement économique mais aussi la création d'emplois à l'intérieur des États, le soutien à la fabrication de pointe, ainsi que les partenariats public-privé en vue de favoriser l'éducation et la formation des jeunes talents afin de répondre à la demande. Les États investissent également des fonds publics dans la R&D et la commercialisation des produits ou des procédés issus de la recherche, en plus de favoriser les exportations.

Les pôles de biotechnologie des États-Unis peuvent être classés par région : baie de San Francisco ; Californie du Sud ; plusieurs États de la façade atlantique (Delaware, Maryland, Virginie et la capitale, Washington, D.C.) ; le *Midwest* (Illinois, Iowa, Kansas, Michigan, Minnesota, Missouri, Ohio, Nebraska et Wisconsin) ; le Research Triangle Park et l'État de Caroline du Nord ; Idaho ; Montana ; Oregon et État de Washington ; Massachusetts ; Connecticut, New York, New Jersey, Pennsylvanie et Rhode Island ; et Texas.

Ils peuvent aussi être classés par ville ou zone métropolitaine : baie de San Francisco, Boston/Cambridge, Massachusetts, San Diego, Maryland/banlieue de Washington, D.C., New York, Seattle, Philadelphie, Los Angeles et Chicago.

Source : Données compilées par les auteurs.

Dans la plupart des universités, dont les activités de recherche sont largement financées par des fonds fédéraux, le séquestre a entraîné des coupes globales, immédiates et drastiques dans leurs budgets de recherche. Elles ont été contraintes de revoir à la baisse les budgets de projets en cours en réduisant le personnel et le nombre d'étudiants, en retardant l'achat d'équipements et en annulant des missions de terrain. Les bourses fédérales déjà accordées, ainsi que celles en cours d'attribution, ont toutes subi des réductions budgétaires. De manière générale, la crise a eu un effet négatif sur le moral des jeunes chercheurs comme des scientifiques confirmés, et en a incité beaucoup à envisager un changement de carrière. Certains choisissent même d'émigrer dans des pays où la recherche semble bénéficier de budgets plus importants.

Une loi cruciale pour limiter la contamination alimentaire

Le *Food Safety Modernization Act* de 2011 est la loi la plus importante à avoir été promulguée dans le domaine scientifique depuis la publication du *Rapport de l'UNESCO sur la science 2010*. Le texte a introduit une révision majeure du système de sécurité alimentaire et comprend en particulier une section consacrée spécifiquement aux aliments importés. L'objectif global est de passer de la gestion à la prévention de la contamination alimentaire.

Le vote de cette loi a coïncidé avec la prise de conscience croissante des consommateurs des questions de sécurité et de qualité des aliments. Les règlements et la demande des consommateurs poussent l'industrie alimentaire à adopter des réformes pour limiter l'utilisation d'antibiotiques, d'hormones et de certains pesticides.

TENDANCES EN MATIÈRE D'INVESTISSEMENT EN R&D

L'intensité de R&D s'est maintenue

Aux États-Unis, l'investissement en R&D a globalement suivi les tendances de l'économie : il s'est accru au début des années 2000, puis a baissé légèrement pendant la récession économique avant de repartir à la hausse avec le retour de la croissance. Les DIRD s'élevaient à 406 milliards de dollars (2,82 % du PIB) en 2009. Après une légère baisse, l'intensité de R&D a retrouvé son niveau de 2009 en 2012, les DIRD atteignant 2,81 % du PIB cette année-là, avant de diminuer à nouveau en 2013 (figure 5.2).

Le gouvernement fédéral est le principal financeur de la recherche fondamentale (52,6 % en 2012). Les États, les universités et le secteur à but non lucratif représentent 26 % du financement. Le développement technologique est quant à lui financé principalement par l'industrie, qui a assumé 76,4 % des dépenses en 2012, contre 22,1 % pour le gouvernement fédéral.

Si on les compare directement, la phase de développement étant nettement plus coûteuse, la contribution de l'industrie est donc plus importante en termes absolus. En 2012, la part des entreprises dans les DIRD s'est élevée à 59,1 %, contre 69 % en 2000. Le secteur privé à but non lucratif et les sources étrangères ont contribué modestement à la R&D totale, à hauteur de 3,3 % et 3,8 % respectivement. Les chiffres des DIRD sont tirés des données sur la R&D de l'Institut de statistique de l'UNESCO, elles-mêmes extraites des statistiques de l'OCDE.

La figure 5.3 illustre la répartition des DIRD par source de financement entre 2005 et 2012, en dollars constants de 2005. Les dépenses de R&D du secteur commercial (y compris la R&D exécutée à l'étranger), qui avaient reculé de 1,4 % en 2008-2010, ont rebondi de 6 % entre 2010 et 2012. Dans l'ensemble, les dépenses de R&D du gouvernement sont restées relativement stables depuis 2008, en dépit des financements liés à l'*American Recovery and Reinvestment Act* de 2009 et d'un certain nombre de déclarations politiques visant à faire de l'innovation le moteur du redressement économique (figure 5.4). La situation globale masque toutefois la baisse drastique des dépenses de R&D dans le domaine de la défense : entre 2010 et 2015 (proposition budgétaire), les dépenses de R&D du Département de la défense ont diminué de 27 % en termes réels.

Chute des dépenses de défense

La plupart des 11 agences qui exécutent la majeure partie de la R&D financée par l'État fédéral ont été confrontées au gel de leur budget ces cinq dernières années. Celui du Département de la défense a même connu une nette diminution. Les dépenses de R&D du Département de la défense, qui avaient atteint la somme record de 88,6 milliards de dollars en 2010, ne devraient pas dépasser 64,6 milliards de dollars en 2015. Cette baisse s'explique par le désengagement progressif des forces d'intervention en Afghanistan et en Iraq et par des besoins moindres en technologies militaires.

Selon Andrew Hunter (2015), du Centre d'études stratégiques et internationales, invité en février 2015 à s'exprimer devant le Comité pour les petites entreprises de la Chambre des représentants, le montant des contrats de R&D sous-traités auprès de l'industrie par le Département de la défense est passé de 36 milliards de dollars en 2012 à 28 milliards de dollars en 2013. M. Hunter a précisé qu'en 2014, selon les informations dont il disposait, les engagements contractuels liés au secteur de la défense étaient en baisse de 9 % par rapport à l'année précédente, ce qui s'expliquait par le retrait progressif des troupes américaines d'Afghanistan jusqu'à leur départ définitif en 2016.

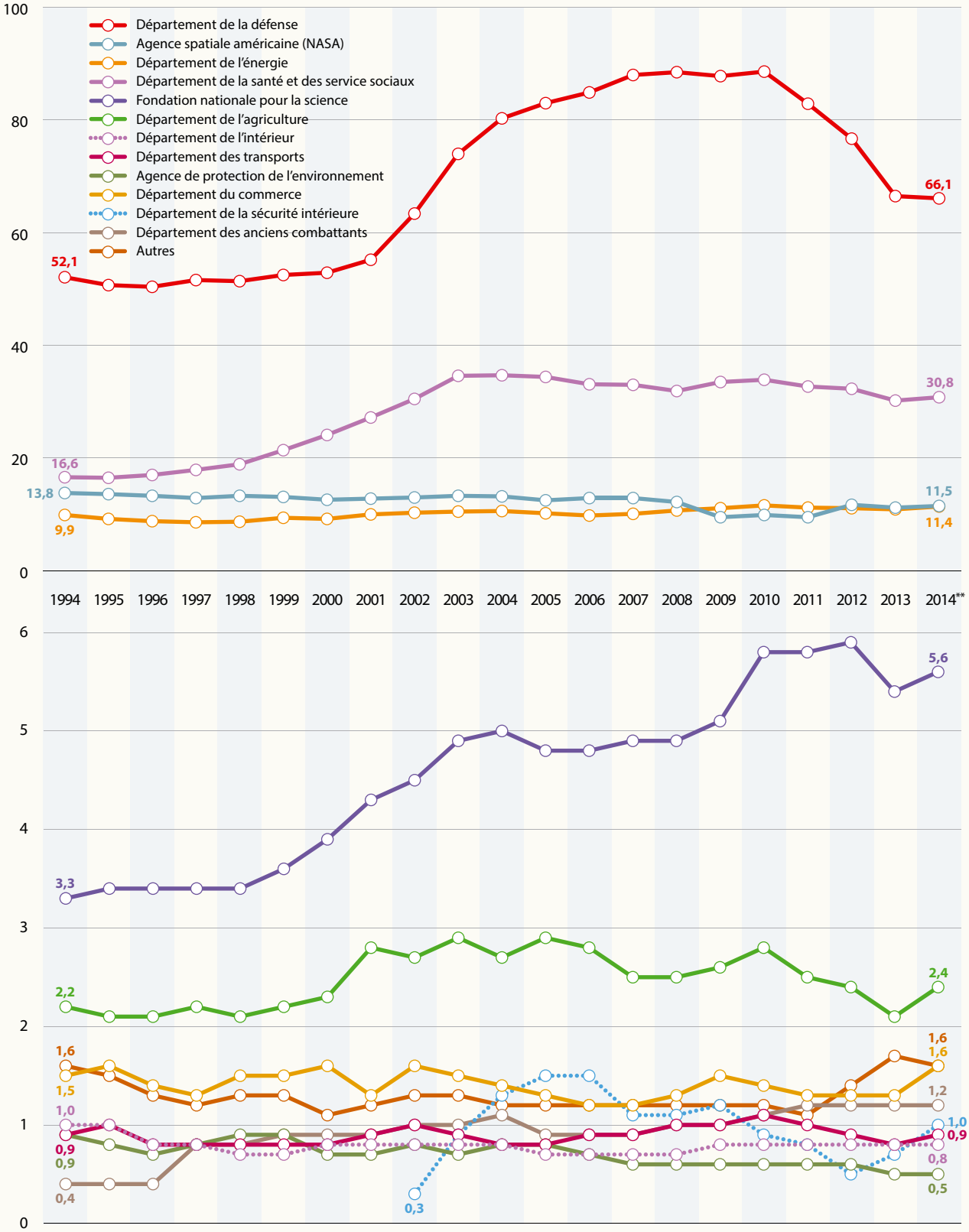
Hors secteur de la défense, le montant des contrats fédéraux de R&D dépassait légèrement la barre des 10 milliards de dollars en 2014, soit une baisse de 6 % par rapport à 2013. D'après M. Hunter, cette tendance serait liée à la fois à la baisse des crédits fédéraux alloués à des programmes de recherche ciblés et aux restrictions budgétaires instituées par le Congrès en 2013 pour réduire le déficit, qui se sont traduites par des coupes automatiques dans le budget fédéral totalisant 1 000 milliards de dollars.

Les nouvelles énergies sont une priorité

Les principaux domaines concernés par la R&D hors secteur de la défense sont la santé et la sécurité publiques, l'énergie, la recherche fondamentale et l'environnement. Le budget du Département des services sociaux et de santé a connu une importante augmentation du fait du doublement du budget des NIH entre 1998 et 2003. Depuis, le budget du Département n'a pas progressé aussi rapidement que l'inflation, entraînant une réduction progressive des effectifs de chercheurs et de stagiaires, recrutés lors de la phase de croissance budgétaire.

Le gouvernement, qui a fait de la lutte contre le changement climatique l'une de ses priorités, a alloué des financements importants à des initiatives relatives aux nouvelles énergies. L'Agence des projets de recherche de pointe dans l'énergie (ARPA-E) est un nouveau fonds d'investissement qui reprend le modèle du programme de l'Agence des projets de recherche de pointe dans la défense, qui fut une grande réussite. L'ARPA-E a été créée en 2009 et dotée d'un budget initial de 400 millions de dollars dans le

Figure 5.4 : **Budget de R&D des organismes publics aux États-Unis, 1994-2014**
*En milliards de dollars constants de 2012**



* À l'exclusion du financement de l'*American Recovery and Reinvestment Act* (20,5 milliards de dollars en 2009) ** Les données pour 2014 sont provisoires.

Source : Association américaine pour l'avancement des sciences.

cadre du plan de relance fédéral. Ses enveloppes budgétaires sont fonction des besoins des projets sélectionnés : 180 milliards de dollars en 2011, 280 milliards de dollars en 2015. Les projets sont organisés autour de sept thèmes, dont l'efficacité énergétique, la modernisation des réseaux et les énergies renouvelables.

Le budget du Département de l'énergie est resté relativement stable au cours des sept dernières années. Il a augmenté assez nettement entre 2008 et 2010, passant de 10,7 à 11,6 milliards de dollars, mais il était revenu à 10,9 milliards de dollars en 2013 (figure 5.4).

Passe d'armes en perspective sur le budget de la recherche pour 2016

La proposition budgétaire 2016 du Président pour la science et la technologie prévoit de modestes réductions des dépenses de R&D liées à la défense, mais une augmentation de toutes les autres dépenses de R&D du Département de la défense. Le Président propose également une légère augmentation du budget des NIH, des coupes dans la R&D sur l'énergie nucléaire liée à la défense, une réduction de 37,1 % des dépenses de R&D du Département de la sécurité intérieure, une baisse de 16,2 % de la R&D dans le secteur de l'éducation, ainsi que quelques autres coupes mineures. La Fondation nationale pour la science verrait son budget augmenter de 5,2 %. Le Bureau pour la science du Département de l'énergie recevrait 4,9 milliards de dollars (sur les 12,5 milliards de dollars que compte le budget du Département), en hausse par rapport aux deux années précédentes. Globalement, ce budget conduirait à une augmentation de 6,5 % des dépenses totales de R&D, avec une augmentation de 8,1 % pour la R&D liée à la défense et de 4,7 % pour la R&D hors défense (Sargent, 2015).

Le Congrès a accepté une petite augmentation du budget de la Fondation nationale pour la science, de l'Institut national des normes et technologies et de certains programmes du Département de l'énergie pour 2016, mais préconise un gel budgétaire en 2017 qui se traduirait par une baisse en dollars indexés. Cela ne représenterait qu'une légère baisse des dotations de la Fondation nationale pour la science dans le cadre du budget du Congrès si ce dernier n'envisageait également d'alléger de 44,9 % l'enveloppe de la Direction des sciences sociales de la fondation.

Le Congrès souhaite également tailler dans le budget de la recherche dans les domaines de l'environnement et des géosciences, afin de limiter l'étude du changement climatique. Le Congrès envisage également de réduire les dotations en R&D de projets du Département de l'énergie dans les domaines des énergies renouvelables et des énergies de pointe, mais d'allouer davantage de fonds à la recherche sur les combustibles fossiles. Par ailleurs, à l'avenir, les budgets de R&D ne pourront augmenter plus que le PIB. L'issue des discussions politiques déterminera le budget final mais pour l'heure, les chances d'assister à une augmentation significative des budgets fédéraux de R&D semblent minces, même si les Républicains cherchent à augmenter le budget des NIH. La figure 5.5 illustre la répartition des allocations budgétaires par discipline.

Les montagnes russes du financement fédéral

Dans de nombreuses disciplines scientifiques, le financement de la recherche a évolué de manière imprévisible. Cette tendance finit par avoir un effet négatif sur la formation et la recherche. Lors des périodes fastes, le nombre de stagiaires augmente, mais souvent, une fois leur stage terminé, l'austérité a repris le pas sur la croissance, les obligeant à se livrer une concurrence acharnée pour obtenir une bourse. Le déclin du soutien fédéral à la R&D affecte tout particulièrement la science pour le bien public, un domaine dans lequel l'industrie est peu encline à investir, faute d'incitation.

Dans un article publié en 2015 dans la revue *Science Translational Medicine*, les doyens de plusieurs facultés de médecine aux États-Unis notaient que « le soutien à l'écosystème de la recherche doit être pérenne et prévisible, aussi bien pour les institutions que pour les chercheurs » (Levine *et al*., 2015). Ils soulignaient que, faute d'augmentation des dépenses, la recherche biomédicale se contracterait et que la capacité de soigner les patients diminuerait, de même que la contribution de la biomédecine à l'économie nationale.

L'avenir du budget des NIH est incertain

Les NIH sont les organismes phares du gouvernement en matière de financement de la recherche biomédicale. Leur budget n'a pas augmenté depuis 2004, ce qui représente même une baisse en dollars indexés. La seule embellie est venue du plan de relance adopté en 2009 par le gouvernement pour redresser l'économie après la crise des *subprimes*, l'*American Recovery and Reinvestment Act*. Aujourd'hui le budget des NIH est inférieur à son niveau de la période 2003-2005 pendant laquelle il avait atteint environ 35 milliards de dollars par an. Depuis 2006, le taux de réussite des demandes de bourse de recherche tourne autour de 20 %.

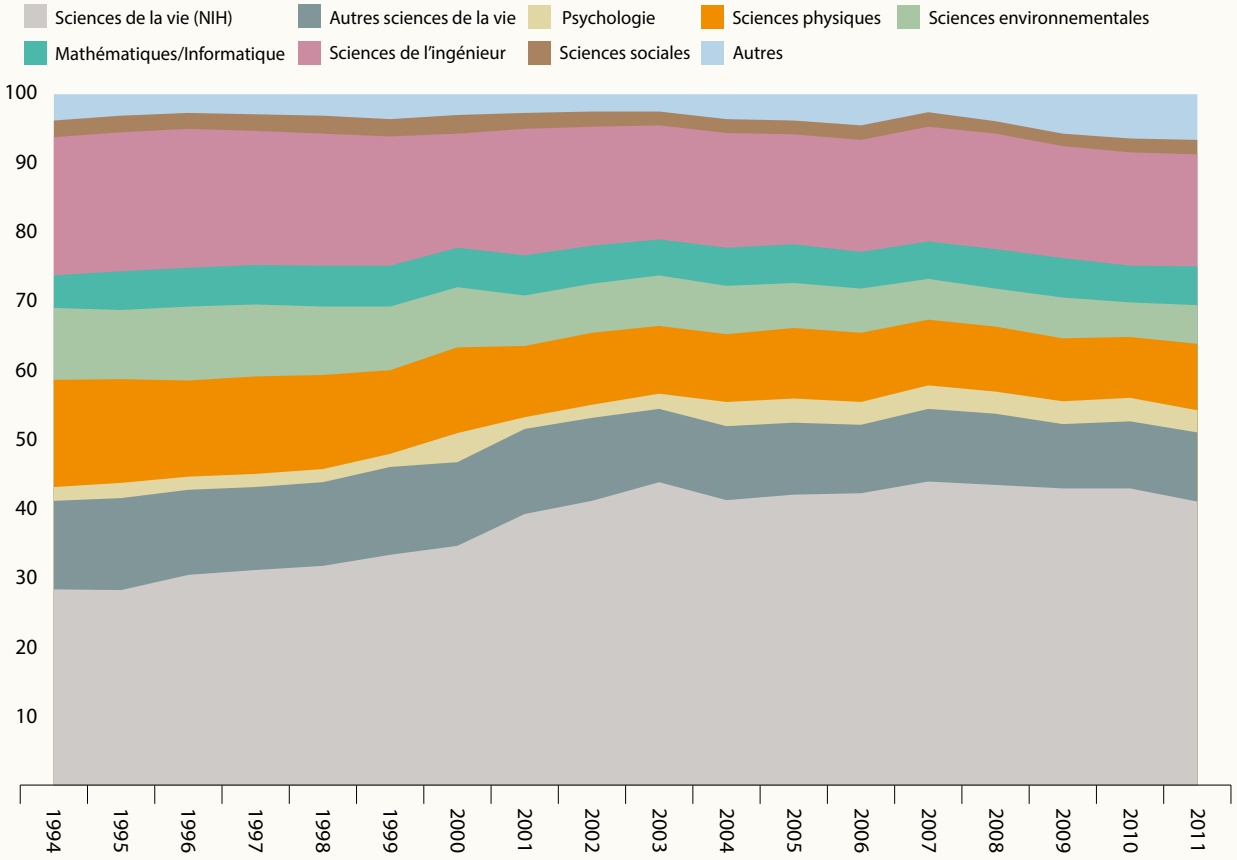
Par ailleurs, l'âge moyen d'obtention d'une première bourse des NIH[4] est désormais de 42 ans. Cela jette un doute sur la capacité des institutions à promouvoir les jeunes chercheurs ou à les aider à obtenir un poste de titulaire, puisque l'obtention de bourses tend à être un prérequis pour la titularisation. Quatre scientifiques et administrateurs américains de renom qui ont examiné les problèmes auxquels sont confrontés les NIH et les chercheurs en biomédecine ont déclaré que les États-Unis faisaient fausse route en pensant que « rien n'arrêterait le développement des activités de recherche » (Alberts *et al*., 2014). Ils ont souligné qu'après 2003, « les demandes de financement de la recherche avaient augmenté beaucoup plus rapidement que les fonds disponibles », à l'exception notable de la relance impulsée par l'*American Recovery and Reinvestment Act*. Le recul des financements a été exacerbé par la récession de 2008 et les coupes budgétaires automatiques de 2013. En 2014, les ressources financières des NIH « en dollars indexés étaient inférieures d'au moins 25 % à leur niveau de 2013 » (Alberts *et al*., 2014).

D'après les prévisions, le budget 2016 des NIH devrait s'élever à 31,3 milliards de dollars, soit une augmentation de 3,3 % par rapport à 2015. Aussi prometteur qu'il soit, ce milliard supplémentaire sera en partie absorbé par l'inflation (1,6 %) et la hausse de 2,4 % de l'Indice des prix de la recherche et développement biomédicale[5]. Il sera intéressant d'observer si le Congrès décide ou non d'augmenter le budget des NIH. À l'heure actuelle, l'Association américaine pour les progrès de la science estime que pour l'exercice 2016, le taux moyen de financement des bourses de recherche devrait avoisiner les 19,3 %, ce qui représente une baisse considérable par rapport au taux moyen de 33,3 % enregistré au cours de la dernière décennie, mais une hausse par rapport à l'exercice 2015 (17,2 %).

4. La majorité de ces bourses sont attribuées dans le cadre de la procédure dite « R01 » qui limite la bourse à 250 000 dollars par an en coûts directs pour une étude d'une durée comprise entre un et cinq ans.

5. Cet indice fournit une estimation de l'inflation pour les biens et les services achetés dans le cadre du budget des NIH.

Figure 5.5 : **Répartition proportionnelle des dépenses fédérales de R&D par discipline aux États-Unis, 1994-2011 (%)**



Source : Association américaine pour l'avancement des sciences.

Gel probable du budget de la Fondation nationale pour la science

La Fondation nationale pour la science (NSF) est le principal organisme américain d'octroi de bourses de recherche dans le domaine des sciences non médicales. La NSF finance la majeure partie de la recherche biologique non médicale et de la recherche en mathématiques. Au moment de la rédaction de ce rapport en août 2015, les budgets 2016 et 2017 de la NSF n'avaient pas encore été approuvés par le Congrès mais, selon les dernières estimations, ils ne devraient connaître aucune variation. La NSF a présenté au Congrès une requête de 7,723 milliards de dollars pour 2015, soit une augmentation de 5 % par rapport au budget estimé. Cependant, dans la dernière version de la loi de renouvellement de l'*America COMPETES Act* de 2015, le Comité pour la science, l'espace et la technologie de la Chambre des représentants a recommandé une enveloppe annuelle de 7,597 milliards de dollars en 2016 et en 2017, soit une hausse d'à peine 3,6 % (263 millions de dollars) par rapport au budget actuel.

Si la NSF affiche un taux global d'obtention de bourses de 23 % parmi les candidats, ce taux varie selon les départements. Le montant moyen des bourses de la NSF (y compris les frais généraux de l'établissement) est d'environ 172 200 dollars par an sur une moyenne de 3 ans. Un taux d'obtention de 23 % est considéré comme relativement bas, bien que certains programmes de la NSF aient déjà enregistré des taux bien plus faibles, à 4 ou 5 %.

Les coupes ciblées de 16,2 % du budget du Département des géosciences risquent d'avoir des conséquences imprévues : en effet, outre le changement climatique, ce département finance également des travaux de recherche d'intérêt général essentiels à la prévision et la préparation aux catastrophes telles que tornades, séismes et tsunamis.

À l'exception notable de ceux de la défense et de l'énergie, la plupart des départements disposent de budgets de recherche bien plus réduits que ceux des NIH ou de la NSF (figures 5.4 et 5.5). Le Département de l'agriculture a demandé une augmentation de 4 milliards de dollars de son budget pour 2016 ; toutefois, seule une petite partie des 25 milliards de dollars de fonds discrétionnaires de ce département est allouée à la recherche. Par ailleurs, l'essentiel de la recherche conduite par le Service des forêts devrait être supprimé. L'Agence de protection de l'environnement, quant à elle, est en butte à une forte opposition de nombreux élus républicains du Congrès qui considèrent les réglementations environnementales comme néfastes pour les entreprises.

Six millions d'actifs dans le domaine des sciences et de l'ingénierie

En 2012, près de six millions d'Américains occupaient un poste dans le domaine des sciences ou de l'ingénierie. Sur la période 2005-2012, il y avait en moyenne 3 979 chercheurs en R&D en équivalent temps plein par million d'habitants aux États-Unis.

Il s'agit d'un ratio inférieur à celui de certains pays de l'Union européenne (UE), de l'Australie, du Canada, de l'Islande, d'Israël, du Japon, de la République de Corée et de Singapour, mais il faut tenir compte du fait que les États-Unis sont de loin le pays le plus peuplé.

En 2011, les DIRD par chercheur se sont élevées à 342 500 dollars (en dollars courants). En 2010, la proportion des scientifiques dont la recherche et/ou le développement constituait l'activité principale ou secondaire variait selon les disciplines : 75,2 % pour la biologie, l'agriculture et l'environnement ; 70,3 % pour la physique ; 66,5 % pour l'ingénierie ; 49,4 % pour les sciences sociales ; 45,5 % pour l'informatique et les mathématiques.

Le Bureau des statistiques sur l'emploi cartographie la répartition des emplois liés aux sciences et à l'ingénierie dans les 50 États américains (figure 5.6). De manière générale, on note une corrélation entre la proportion de la population employée dans ces domaines et la part de l'État dans les DIRD nationales, sauf quelques exceptions notables. Ces dernières reflètent, selon les cas, une plus forte prévalence des universitaires au sein de la population de certains États, ou une plus grande part accordée par les entreprises à la R&D. Dans certains cas, ces deux réalités se superposent, dans la mesure où les entreprises de haute technologie tendent à se concentrer dans les régions disposant des meilleures universités. L'État de Californie abrite par exemple les prestigieuses Université de Standford et Université de Californie, qui sont situées à proximité de la Silicon Valley où sont concentrées les start-up et les entreprises leaders du secteur des technologies de l'information (Microsoft, Intel, Google, etc.). L'État du Massachusetts, connu pour la Route 128 autour de la ville de Boston, le long de laquelle sont installées de nombreuses entreprises de haute technologie, abrite également l'Université de Harvard et le Massachusetts Institute of Technology. Les différences d'un État à l'autre peuvent également tenir au budget moyen dont dispose chaque chercheur, lequel varie en fonction des spécialisations sectorielles.

Seuls le Maryland, le Massachusetts et l'État de Washington appartiennent au groupe de tête à la fois pour les dépenses de R&D en pourcentage du PIB et pour la proportion d'emplois dans la science et l'ingénierie. Le classement du Maryland s'explique sans doute par la concentration d'organismes fédéraux de recherche. L'État de Washington abrite un réseau très dense d'entreprises de haute technologie comme Microsoft, Amazon et Boeing. Les six États dont le ratio DIRD/PIB est largement au-dessus de la moyenne représentent 42 % de l'ensemble des dépenses de R&D des États-Unis : Nouveau Mexique, Maryland, Massachusetts, Washington, Californie et Michigan. L'État du Nouveau Mexique aurait un niveau relativement faible de DIRD s'il n'abritait pas le Laboratoire national de Los Alamos. S'agissant du Michigan, il accueille les centres d'ingénierie de la plupart des constructeurs automobiles. À l'inverse, l'Arkansas, la Louisiane et le Nevada sont les seuls États classés au bas du tableau aussi bien pour le ratio DIRD/PIB que pour le ratio professions scientifiques/population (figure 5.6).

L'érosion progressive de la suprématie américaine en R&D

Les dépenses de R&D des États-Unis sont supérieures en termes absolus aux dépenses de R&D combinées des autres pays du G7 (17,2 % de plus en 2012). Depuis 2000, les États-Unis ont augmenté leurs DIRD de 31,2 %, et continuent ainsi à se tailler la part du lion au sein du G7 avec 54 % des DIRD totales (contre 54,2 % en 2000).

Pays d'origine de nombreuses entreprises comptant parmi les plus grandes multinationales de haute technologie du monde, les États-Unis continuent de rivaliser avec de grands pays dont le ratio DIRD/PIB est relativement élevé. Ce ratio a augmenté de manière modérée depuis 2010 (année qui marquait un redémarrage après la récession de 2008-2009), mais il faut tenir compte du fait que la croissance du PIB a été plus faible que la moyenne des dernières décennies.

Les États-Unis ont été détrônés par la Chine,désormais première économie mondiale, ou le seront bientôt, selon l'indicateur retenu[6]. La Chine se rapproche également à toute allure des États-Unis en termes d'intensité de R&D (figure 5.5). En 2013, le ratio DIRD/PIB de la Chine a atteint 2,08 % et dépassé le ratio moyen de l'UE, 1,93 %. Bien que l'intensité de la R&D de la Chine reste inférieure à celle des États-Unis (2,73 % selon les données prévisionnelles), le budget chinois de R&D croît rapidement et devrait dépasser celui des États-Unis vers 2022, selon les prévisions de Battelle et *R&D Magazine* en décembre 2013. Mais plusieurs facteurs convergents jettent le doute sur la fiabilité des conclusions de Battelle : le ralentissement du taux de croissance chinois (7,4 % en 2014) [voir chapitre 23], la nette baisse de la production industrielle depuis 2012 et le krach boursier de la mi-2015.

L'intensité de R&D des États-Unis a atteint le niveau record de 2,82 % en 2009. Malgré la récession, elle s'est maintenue à 2,79 % en 2012 et ne baissera que très légèrement en 2013 (2,73 %) selon les prévisions, avant de se stabiliser en 2014.

Bien qu'élevé, l'investissement en R&D reste en deçà de l'objectif de 3 % du PIB que s'est fixé le président d'ici la fin de son mandat en 2016. De ce point de vue-là, la suprématie américaine subit une érosion, même si d'autres pays – la Chine en particulier – atteignent des niveaux sans précédent d'investissements en R&D (chapitre 23).

TENDANCES EN MATIÈRE DE R&D DES ENTREPRISES

Les entreprises se ressaisissent

Les États-Unis ont traditionnellement fait figure de leader en ce qui concerne la R&D et l'innovation des entreprises. La récession économique de 2008-2009 a toutefois eu un impact durable. Si les principaux exécutants de la R&D ont largement maintenu leurs engagements, ce sont surtout les petites entreprises et les start-up qui ont subi de plein fouet les conséquences de la récession aux États-Unis. Des données statistiques publiées par le Bureau américain du recensement ont montré qu'en 2008, les faillites d'entreprises ont commencé à dépasser les créations et que cette tendance s'est poursuivie jusqu'en 2012, dernière année pour laquelle le Bureau dispose de statistiques (figure 5.7). Cependant, des données plus récentes rassemblées par la Fondation Kauffman suggèrent que la tendance s'est inversée en 2015.

En 2012, l'investissement des entreprises dans la R&D était principalement concentré dans les États suivants : Californie (28,1 %), Illinois (4,8 %), Massachusetts (5,7 %), New Jersey (5,6 %), État de Washington (5,5 %), Michigan (5,4 %), Texas

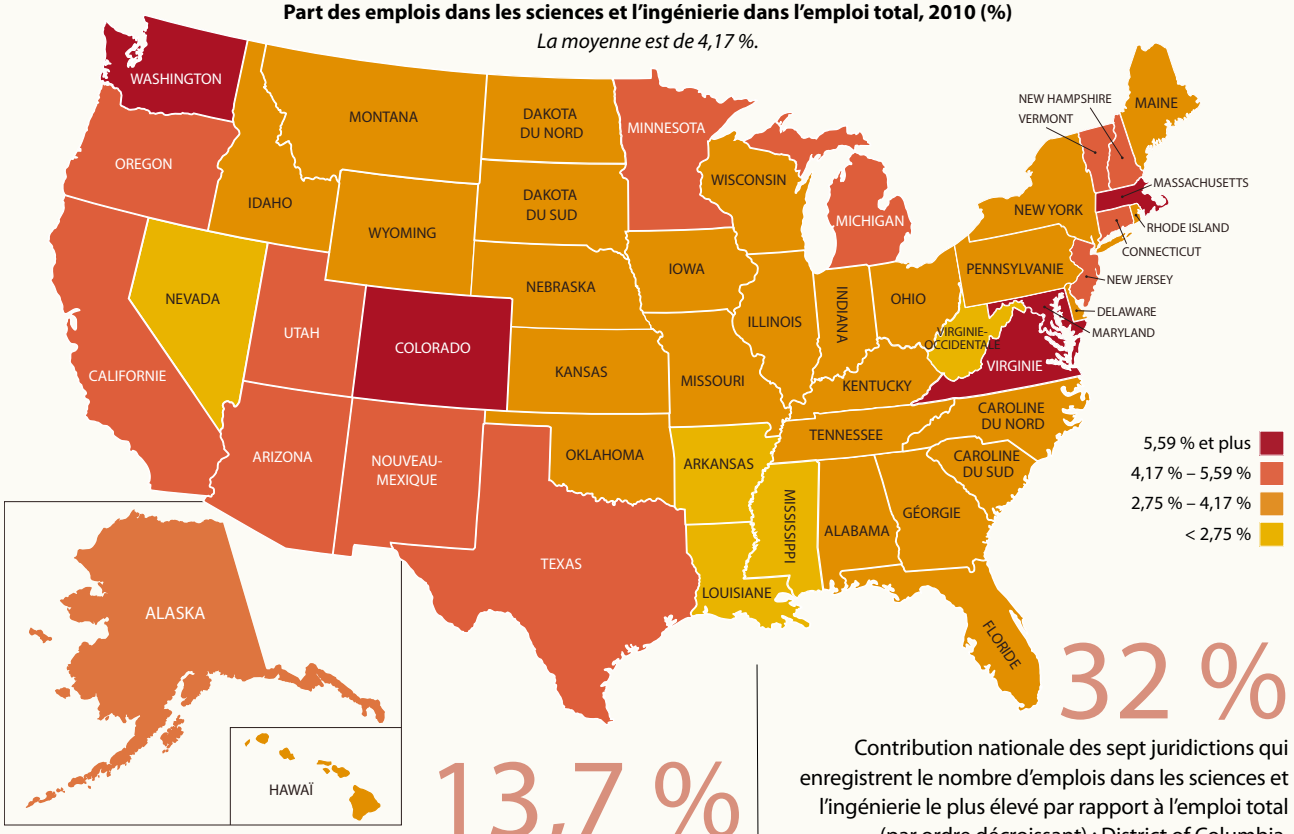
6. En 2015, l'économie chinoise avait dépassé l'économie américaine en parité de pouvoir d'achat (PIB en dollars internationaux) ; cela était néanmoins loin d'être le cas s'agissant du PIB aux prix et aux taux de change du marché.

Figure 5.6 : **Sciences et ingénierie par État aux États-Unis, 2010**

Trois États figurent dans le groupe de tête pour les deux cartes : Maryland, Massachusetts et Washington

Part des emplois dans les sciences et l'ingénierie dans l'emploi total, 2010 (%)

La moyenne est de 4,17 %.



13,7 %

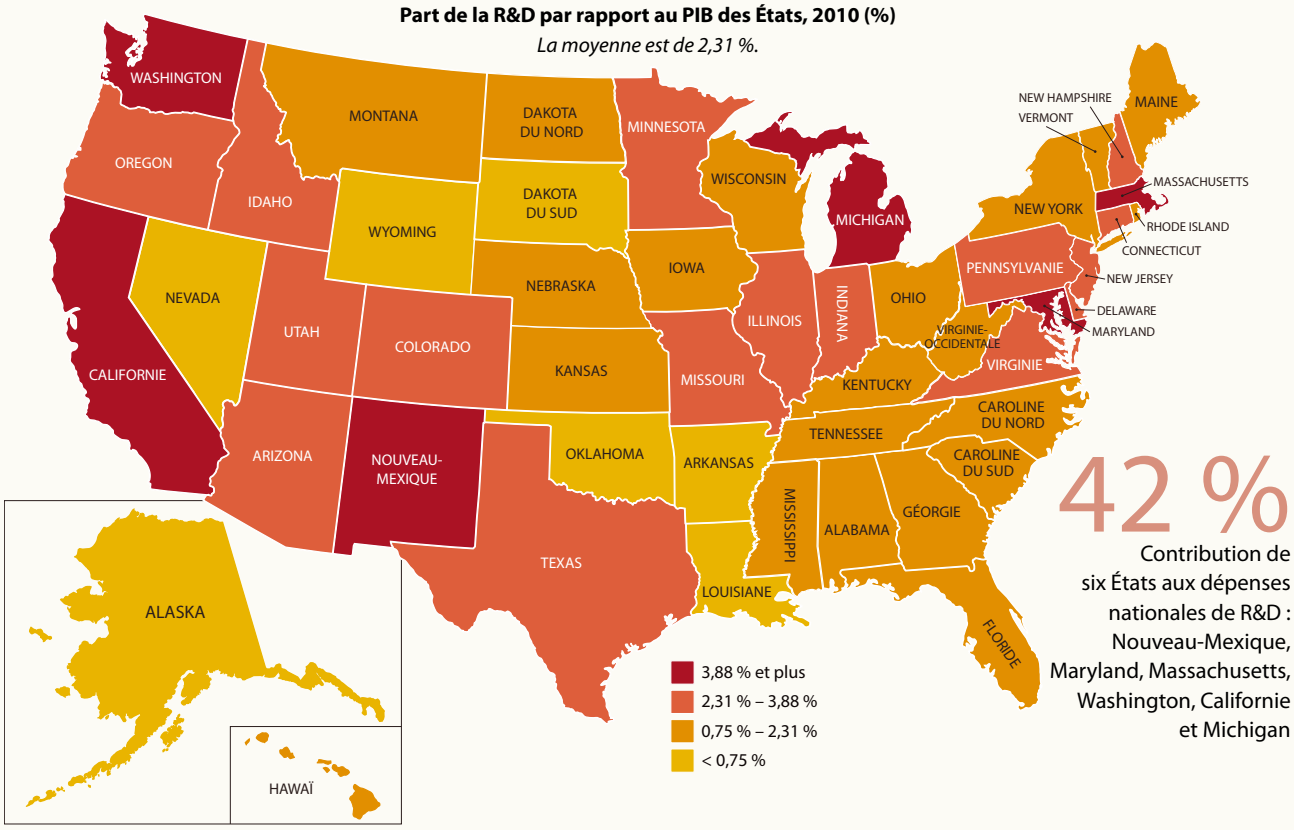
Part de la Californie dans les emplois du secteur des sciences et de l'ingénierie au niveau national. La Californie arrive en tête des États pour cet indicateur.

32 %

Contribution nationale des sept juridictions qui enregistrent le nombre d'emplois dans les sciences et l'ingénierie le plus élevé par rapport à l'emploi total (par ordre décroissant) : District of Columbia, Virginie, Washington, Maryland, Massachusetts, Colorado et Californie

Part de la R&D par rapport au PIB des États, 2010 (%)

La moyenne est de 2,31 %.



42 %

Contribution de six États aux dépenses nationales de R&D : Nouveau-Mexique, Maryland, Massachusetts, Washington, Californie et Michigan

Source : Bureau des statistiques sur l'emploi, *Occupational Employment Statistics Survey* (différentes années) ; Fondation nationale pour la science (2014), indicateurs sur les sciences et l'ingénierie.

(5,2 %), New York (3,6 %) et Pennsylvanie (3,5 %). Les emplois dans la science et l'ingénierie se concentrent dans 20 grandes zones métropolitaines qui rassemblent 18 % des emplois de ce secteur. En 2012, les zones métropolitaines dans lesquelles le ratio d'emplois dans la science et l'ingénierie était le plus élevé, étaient toutes situées dans le nord-est du pays, à Washington, D.C., en Virginie, dans le Maryland et en Virginie-Occidentale. Venaient ensuite la zone métropolitaine de Boston dans l'État du Massachusetts, puis celle de Seattle dans l'État de Washington.

Le départ à la retraite des « baby boomers » risque de laisser des emplois vacants

La perspective que le départ à la retraite des « baby boomers[7] » laisse vacants des postes de R&D est une préoccupation majeure des dirigeants d'entreprise. Le gouvernement fédéral devra donc allouer des fonds suffisants pour former la prochaine génération d'employés qualifiés en science, technologie, ingénierie et mathématiques.

De nombreuses initiatives annoncées par le président font la part belle aux partenariats public-privé, comme le concours pour l'obtention de bourses d'apprentissage American Apprenticeship Grants. Lancé en décembre 2014, ce mécanisme est actuellement mis en œuvre par le Département du travail et dispose d'un budget de 100 millions de dollars. Le concours encourage des partenariats public-privé entre employeurs, associations professionnelles, syndicats, établissements universitaires à cycle court, administrations au niveau local et des États, et ONG, en vue d'élaborer des programmes d'apprentissage de haute qualité dans des domaines stratégiques tels que la fabrication de pointe, les technologies de l'information, les services aux entreprises et les soins de santé.

7. Les personnes nées entre 1946 et 1964, pendant la période du pic de la natalité qui a suivi la Seconde Guerre mondiale.

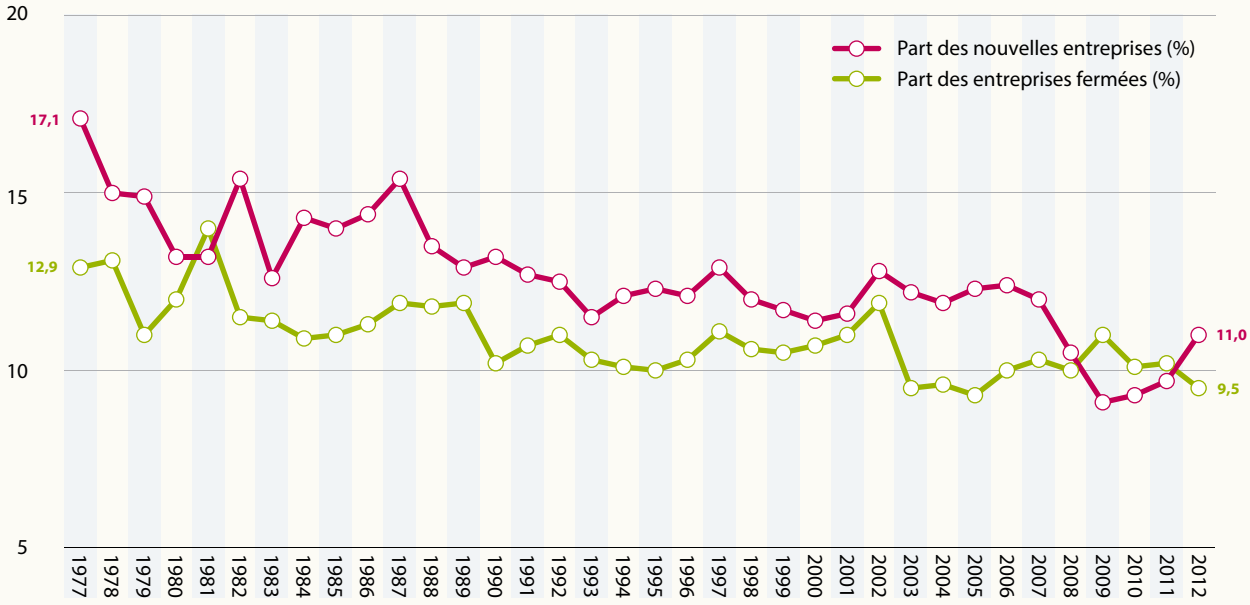
Des signes d'inertie plutôt qu'un retour de la croissance

La récession a eu un impact négatif sur les dépenses de recherche des entreprises américaines. De manière générale, ces dernières avaient augmenté entre 2003 et 2008. En 2009, la tendance s'est inversée et les dépenses ont baissé de 4 % par rapport à 2008, avant de subir une nouvelle baisse, certes limitée à 1-2 %, en 2010. La baisse a été moindre pour les entreprises des secteurs à haut rendement comme les soins de santé que dans les secteurs parvenus à maturité comme celui des combustibles fossiles. La production agricole est le secteur ayant enregistré le recul le plus sévère des dépenses de R&D : -3,5 % par rapport au ratio moyen R&D/chiffre d'affaires net. En revanche, le secteur des produits chimiques et des produits apparentés et celui des équipements électroniques ont affiché des ratios R&D/chiffre d'affaires net respectivement supérieur de 3,8 % et 4,8 % à la moyenne. Bien que les dépenses de R&D aient augmenté en 2011, elles sont restées en deçà de leur niveau de 2008.

Les dépenses de R&D des entreprises ont retrouvé leur taux de croissance d'avant la crise en 2012. La poursuite de cette tendance dépendra de la vigueur du redressement de l'économie et de la croissance, des niveaux du financement fédéral de la recherche et du climat global des affaires. Le rapport 2014 de Battelle *Global R&D Funding Forecast* (publié en 2013) avait prédit une hausse de 4,0 % des dépenses de R&D des entreprises aux États-Unis entre 2013 et 2014, qui porterait leur niveau à 307,5 milliards de dollars, soit environ un cinquième de la R&D totale.

Le cabinet de recherche spécialisé dans l'industrie, IBIS World, anticipe une augmentation des dépenses de R&D des entreprises en 2015, puis un recul en 2017-2018, puis de nouveau une légère augmentation en 2019 (Edwards, 2015). D'après IBIS, cette évolution refléterait le passage d'un modèle dépendant de l'investissement fédéral à un modèle plus autonome. Même si les dépenses de recherche vont continuer à augmenter, leur taux de croissance ne devrait pas dépasser les 2 % par an en moyenne, et compte tenu du recul de ces dépenses certaines années, leur croissance globale risque d'être relativement atone. Selon les

Figure 5.7 : **Taux de survie des start-up américaines, 1977-2012**



Source : Bureau américain du recensement, *Business Dynamic Statistics*, publiées par Gallup.

prévisions pour 2015 de l'Institut de recherche industrielle (IRI), basées sur une enquête réalisée auprès de 96 chercheurs éminents, les entreprises n'augmenteront pas leur budget de R&D par rapport à 2014. Le rapport de l'IRI conclut que les « données pour 2015 traduisent une inertie et non un retour de la croissance » (IRI, 2015).

La bonne santé retrouvée du capital-risque

En ce qui concerne la situation financière des entreprises du secteur des technologies, la seule lueur d'espoir provient du marché du capital-risque. Selon l'Association nationale du capital-risque (NVCA), les investissements en capital-risque ont atteint 48,3 milliards de dollars en 2014, pour 4 356 opérations. Selon la NVCA, il s'agit d'« une augmentation de 61 % de la valeur des investissements et de 4 % du nombre des opérations par rapport à l'année précédente... ». L'industrie du logiciel arrive en tête avec 19,8 milliards de dollars investis dans 1 799 opérations. Viennent ensuite les sociétés Internet, qui ont rassemblé 11,9 milliards de dollars d'investissement répartis sur 1 005 opérations. Enfin, les sciences de la vie, dont les biotechnologies et les appareils médicaux, ont donné lieu à 789 opérations pour un total de 8,6 milliards de dollars (voir encadré 5.2). Selon le rapport de l'Organisation de coopération et de développement économiques *Science, technologie et industrie : Perspectives de l'OCDE 2014*, l'investissement en capital-risque des États-Unis « a retrouvé son niveau d'avant la crise ».

Fusions, acquisitions et délocalisations

Afin de dénicher de nouveaux talents, d'accéder à de nouveaux marchés ou à des produits uniques, certains acteurs traditionnels de la R&D se sont livrés à de nombreuses fusions et acquisitions. Entre le 30 juin 2014 et le 30 juin 2015, 12 249 opérations ont été conclues aux États-Unis, dont 315 pour plus d'un milliard de dollars. On retiendra notamment la vague d'acquisitions réalisées par les géants du secteur des technologies, Yahoo, Google et Facebook, afin de s'adjuger de nouveaux talents et d'acquérir de nouveaux produits. Par ailleurs, plusieurs groupes pharmaceutiques, dont Medtronic et Endo International, ont réalisé des fusions stratégiques ces dernières années afin de transférer leur siège à l'étranger pour des raisons d'optimisation fiscale. La tentative de Pfizer pour prendre le contrôle du groupe pharmaceutique britannique Astrazeneca a échoué en 2014, après que Pfizer a admis qu'il envisageait de réduire le budget de recherche s'il parvenait à racheter son concurrent britannique (chapitre 9).

Des entreprises américaines profitent de la mondialisation pour transférer leurs activités de R&D à l'étranger. Certaines multinationales spécialisées dans les produits pharmaceutiques, en particulier, pourraient effectuer le transfert à grande échelle d'au moins une partie de leur R&D en Asie. Dans son rapport, l'IRI fait pourtant état d'une diminution du nombre de laboratoires financés par des entreprises étrangères en Chine, mais son enquête ne concerne qu'un échantillon restreint de dirigeants d'entreprise (IRI, 2015).

Plusieurs facteurs peuvent pousser une entreprise à délocaliser ses activités de R&D : optimisation fiscale, possibilité de recruter des talents locaux, accélération du processus de commercialisation ou possibilités d'adapter certains produits au marché local. Cependant, la délocalisation peut avoir un inconvénient : en effet, le surcroît de complexité en termes d'organisation peut nuire à la capacité de l'entreprise à s'adapter et à faire preuve de souplesse. Des experts de la *Harvard Business Review* ont suggéré à plusieurs reprises qu'il existe, pour une entreprise donnée, une fenêtre optimale en matière de délocalisation, qui dépend du secteur et du marché.

Des dépenses élevées de R&D dopent le chiffre d'affaires

Des dépenses de R&D élevées contribuent-elles à augmenter le chiffre d'affaires net des entreprises ? La réponse est oui. Les avantages financiers semblent être fortement sélectifs et liés au contexte. Bloomberg a estimé en mars 2015 que les dépenses de R&D des entreprises américaines avaient augmenté de 6,7 % en 2014, soit la plus forte hausse depuis 1996. Selon l'analyste, 18 des 500 grandes sociétés de l'Indice Standard &Poor's 500 ont augmenté leurs dépenses de R&D d'au moins 25 % depuis 2013. Elles représentent différents secteurs, allant des produits pharmaceutiques à l'hôtellerie, en passant par les technologies de l'information. Toujours d'après Bloomberg, la progression du titre des 190 sociétés de l'Indice Standard & Poor's 500 qui déclarent des dépenses de R&D a été supérieure à la moyenne de l'indice[8].

Cependant, Hesseldahl (2014) évoque un rapport de Bernstein Research sur les entreprises du secteur des technologies qui arrive à la conclusion inverse. D'après ce rapport, « les titres des entreprises qui dépensent le plus en R&D ont tendance à progresser moins vite que la moyenne sur le long terme, et relativement moins vite que les titres des entreprises qui dépensent moins en R&D ». Il s'avère que les entreprises dont le ratio dépenses de R&D/chiffre d'affaires est le plus élevé ont vu le cours moyen de leur action baisser de 26 % au bout de cinq ans, sans exclure la possibilité d'une croissance intermédiaire. Les entreprises technologiques qui ont réalisé des investissements moyens en R&D ont également accusé une baisse de 15 % de leurs cours boursier au bout de cinq ans. Seules certaines des entreprises qui ont le moins investi dans la R&D ont vu leurs cours en bourse s'apprécier à cinq ans, même si de nombreuses entreprises ayant faiblement investi dans la R&D ont elles aussi vu le prix de leur action baisser. John Bussey (2012) du *Wall Street Journal* a remarqué que les entreprises qui investissent le plus dans la R&D ne sont pas nécessairement les meilleures en matière d'innovation, ni celles dont les investissements sont les plus rentables. Nous pouvons donc conclure, sur la base de ces constatations, que l'investissement des entreprises en R&D devrait être avant tout déterminé par un besoin fondamental de recherche et développement ciblée.

L'effet des crédits d'impôt miné par l'incertitude

Le gouvernement fédéral et la plupart des 50 États américains octroient des crédits d'impôt recherche à certaines industries ou à des entreprises dans certains domaines. En général, le Congrès renouvelle un crédit d'impôt recherche fédéral après quelques années. D'après Emily Chasan (2012) du *Wall Street Journal*, dans la mesure où les entreprises ne peuvent être sûres que ces crédits d'impôt seront renouvelés, elles n'en tiennent pas compte dans leurs décisions d'investissement en R&D.

Dans un rapport sur les nombreux crédits d'impôt en vigueur dans l'État de New York, Rubin et Boyd (2013) ont conclu que « rien, dans les études réalisées depuis le milieu des années 1950, ne permet d'affirmer que les incitations fiscales assurent aux États des gains économiques nets supérieurs à ceux qu'ils obtiendraient en l'absence de ces incitations. La recherche n'a pas non plus produit de résultats probants permettant d'affirmer que la fiscalité locale et fédérale a, de manière générale, un impact sur l'implantation géographique des entreprises, ni sur leurs décisions de développement ».

8. Voir www.bloomberg.com/news/articles/2015-03-26/surge-in-r-d-spending-burnishes-u-s-image-as-innovation-nation.

En effet, ce sont uniquement leurs propres besoins de R&D qui poussent les entreprises à investir dans celle-ci. Les incitations fiscales tendent à récompenser leurs décisions d'investissement après coup. Par ailleurs, beaucoup de petites entreprises ne profitent pas des incitations car elles ignorent qu'elles sont admissibles.

Vers un modèle du « premier déposant »

En 2013, 287 831 demandes de brevet ont été déposées par des citoyens américains, et presque autant (283 781) par des déposants étrangers. En Chine, en revanche, seules 17 % des demandes de brevet ont été déposées par des non-résidents, tandis que le nombre total de demandes déposées par des inventeurs nationaux auprès de l'Office d'État chinois de la propriété intellectuelle a atteint 704 836 (voir figure 23.5). De même, au Japon, les non-résidents ne représentent que 21 % des demandes de brevet. La situation est quelque peu différente si l'on prend en compte le nombre de brevets en vigueur. Même si la Chine rattrape rapidement son retard, elle reste derrière les États-Unis, le Japon et l'UE pour cet indicateur (figures 5.8 et 5.9).

Avec la loi sur les brevets (*America Invents Act*) de 2011, les États-Unis sont passés d'un modèle du « premier inventeur » à un modèle du « premier déposant ». Il s'agit de la plus importante réforme dans le domaine des brevets depuis 1952. La loi limite ou élimine les longues procédures de recours légal et bureaucratique qui accompagnaient souvent les dépôts de brevet en cas de litige. Cependant, l'incitation à déposer les demandes de brevet le plus tôt possible risque de limiter la possibilité pour l'inventeur de profiter pleinement du délai de grâce. Cela risque également de désavantager les très petites entités, pour lesquelles les frais juridiques liés à la préparation du dépôt de la demande constituent le principal obstacle. Cette législation a également favorisé l'essor de ce que l'on appelle familièrement les « chasseurs de brevets » (encadré 5.3).

Une économie postindustrielle

La balance commerciale des États-Unis affiche un déficit depuis (au moins) 1992. Le solde du commerce extérieur de biens est invariablement négatif. Le déficit a atteint le niveau record de 708,7 milliards de dollars en 2008, avant de chuter brusquement et de s'établir à 383,8 milliards de dollars l'année suivante. En 2014, la balance commerciale a affiché un déficit de 504,7 milliards de dollars, et devrait rester déficitaire en 2015. Les importations de produits de haute technologie sont inférieures en valeur aux exportations et constituées principalement d'ordinateurs et de matériel de bureautique, de produits électroniques et de télécommunications (figure 5.10).

Les États-Unis ont, depuis quelque temps déjà, cédé à la Chine leur première place mondiale pour le volume des exportations de haute technologie. Jusqu'en 2008, ils restaient toutefois le premier exportateur de produits de haute technologie hors équipement informatique et de communication. La plupart de ces équipements sont devenus standards et sont désormais assemblés en Chine et dans d'autres pays émergents, les composants de haute technologie à forte valeur ajoutée étant produits ailleurs. En 2013, les États-Unis ont importé des ordinateurs et du matériel de bureautique pour un montant de 105,8 milliards de dollars, alors que leurs exportations de ces mêmes biens se sont limitées à 17,1 milliards de dollars.

Depuis la crise de 2008-2009, les États-Unis ont également été dépassés par l'Allemagne pour les exportations de produits de haute technologie (figure 5.10). La balance commerciale des États-Unis pour les technologies aérospatiales n'a plus été excédentaire depuis 2008. Cette année-là, l'industrie aérospatiale avait exporté pour 70 milliards de dollars de produits. En 2009, les importations de ces produits ont dépassé les exportations en valeur, et cette tendance s'est maintenue jusqu'en 2013. Les États-Unis sont parvenus à conserver une balance commerciale légèrement positive entre 2008 et 2013 pour ce qui est de l'armement. Dans le domaine des produits chimiques, les importations et les exportations américaines s'équilibrent, même si les importations ont été plus importantes en valeur en 2008 et en 2011-2013. Le commerce des machines électriques est relativement constant, les importations représentant près du double des exportations en valeur. Les États-Unis sont également largement distancés par leurs concurrents dans le domaine des produits électroniques et des télécommunications : en 2013, les importations se sont élevées à 161,8 milliards de dollars et les exportations à 50,5 milliards de dollars seulement. Jusqu'en 2010, les États-Unis étaient exportateurs nets de produits pharmaceutiques, mais ils sont importateurs nets depuis 2011. Les États-Unis conservent un solde commercial positif dans le domaine des instruments scientifiques, quoique l'écart entre la valeur des exportations et celle des importations soit faible.

Dans le domaine des échanges en matière de propriété intellectuelle, les États-Unis conservent toutefois leur suprématie. Les recettes des redevances et des droits de licence ont atteint la somme de 129,2 milliards de dollars en 2013, ce qui fait des États-Unis le leader mondial incontesté en la matière. Avec des recettes d'un montant de 31,6 milliards de dollars en 2013, le Japon se classe au second rang mais arrive loin derrière. Les paiements des États-Unis pour l'utilisation de droits de propriété intellectuelle ont atteint 39 milliards de dollars en 2013, ce qui les place au second rang mondial derrière l'Irlande (46,4 milliards de dollars).

Les États-Unis sont une économie post-industrielle. Leurs importations de produits de haute technologie dépassent largement leurs exportations. Les téléphones portables, tablettes et montres intelligentes dernière génération ne sont pas fabriqués aux États-Unis. Les instruments scientifiques sont de plus en plus fabriqués à l'étranger, et non plus aux États-Unis comme c'était le cas auparavant. Néanmoins, les États-Unis peuvent compter sur une main-d'œuvre nombreuse et compétente en matière de technologies (ils ne sont devancés que par la Chine en termes d'effectifs) qui continue de produire un volume appréciable de brevets ; le pays continue donc de tirer profit des droits de licence ou de la vente de ces brevets. Au sein des industries de R&D scientifique des États-Unis, 9,1 % des produits et des services sont concernés par l'octroi de licences d'exploitation des droits de propriété intellectuelle.

Les États-Unis demeurent, avec le Japon, le pays qui dépose le plus grand nombre de brevets triadiques. Ces brevets reflètent l'ambition économique d'un pays et ses efforts pour améliorer son niveau de compétitivité technologique sur les marchés des principaux pays avancés. La deuxième moitié des années 2000 a été marquée par une diminution du nombre de brevets triadiques déposés par les États-Unis et d'autres grandes puissances. Depuis 2010, les brevets triadiques déposés par les États-Unis sont à nouveau en hausse (figure 5.8).

Cinq entreprises américaines dans le top 20 des investisseurs de R&D

Les 11 multinationales implantées aux États-Unis qui ont le plus investi dans la R&D en 2014 représentent une dépense totale de R&D de 83,7 milliards (voir tableau 9.3). Les cinq premières d'entre

Encadré 5.3 : **Essor (et déclin ?) des chasseurs de brevets**

« Chasseur de brevets » (« patent assertion entities » en anglais) est un terme courant pour désigner des sociétés qui ne fabriquent pas de produits, mais rachètent des brevets non exploités à d'autres sociétés, souvent à bas prix. Dans l'idéal, ces brevets sont larges et vagues. Les « chasseurs » menacent ensuite les entreprises de haute technologie de les poursuivre pour violation des droits de leurs brevets si elles ne s'acquittent pas d'une redevance de licence qui peut atteindre plusieurs centaines de milliers de dollars. Même si l'entreprise attaquée sait pertinemment qu'elle n'a pas violé les droits du brevet, elle préférera souvent payer la redevance plutôt que de risquer un litige, car les procédures risquent de durer des années et les frais juridiques peuvent être exorbitants.

Les chasseurs des brevets sont devenus un véritable cauchemar pour les entreprises, en particulier celles de la Silicon Valley, au rang desquelles des multinationales telles que Google et Apple. Mais les chasseurs s'en prennent également à de petites start-up, dont certaines sont parfois obligées de mettre la clé sous la porte.

Ce commerce est si juteux que le nombre de chasseurs de brevets a considérablement augmenté aux États-Unis : en 2012, 62 % des litiges portant sur des brevets ont été introduits par des chasseurs des brevets.

L'*America Invents Act* de 2011 a tenté de limiter le pouvoir des chasseurs des brevets en empêchant les plaignants d'attaquer plusieurs entreprises à la fois par le biais d'un seul procès. En réalité, cela a eu l'effet inverse, en multipliant le nombre de procédures.

En décembre 2013, la Chambre des représentants a voté un texte de loi exigeant des juges qu'ils statuent rapidement sur la validité des brevets en cas de contentieux. Cependant, le texte n'a pas été soumis au vote du Sénat, le Comité judiciaire du Sénat l'ayant écarté en mai 2014, après un intense lobbying des groupes pharmaceutiques, des sociétés de biotechnologie et des universités, qui craignaient que la nouvelle loi ne rende plus difficile la défense de leurs propres brevets.

Finalement, la réforme ne viendra peut-être pas d'un vote du Congrès, mais d'une décision du pouvoir judiciaire. En effet, une décision de la Cour suprême des États-Unis du 29 avril 2014 devrait inciter les chasseurs des brevets à réfléchir à deux fois à l'avenir avant d'entamer des procès spécieux. La décision va à l'encontre du droit américain, qui prévoit de manière générale que chaque partie à un litige règle ses propres frais juridiques. Elle est plus proche du principe du « perdant payeur » en vigueur dans le droit britannique, qui impose au perdant le paiement des frais de justice des deux parties, ce qui explique peut-être pourquoi les chasseurs des brevets sont bien moins répandus au Royaume-Uni.

En août 2014, des juges américains ont fait référence à l'arrêt de la Cour suprême dans leur décision concernant l'appel de Google contre le chasseur de brevets Vringo, qui réclamait des centaines de millions de dollars. Les juges ont donné tort à Vringo en estimant qu'aucun de ses deux brevets n'était valide.

Source : Fisher, D. (2014) Patent trolls face high risks as Supreme Court loosens fee-shifting rule. *Forbes.com*, 29 avril ; Wyatt, E. (2014) Legislation to protect against 'patent trolls' is shelved. *The New York Times* en ligne, 21 mai ; Chien, C. (2013) *Patent Trolls by the Numbers*. Santa Clara Law Digital Commons. Informations compilées par Susan Schneegans, UNESCO.

elles se classent dans le top 20 mondial depuis plus de dix ans : Intel, Microsoft, Johnson & Johnson, Pfizer et IBM. En 2014, la première multinationale en termes de dépenses de R&D était le groupe allemand Volkswagen, suivi de près par le groupe coréen Samsung (voir tableau 9.3).

Google a intégré pour la première fois ce classement en 2013, rejoint l'année suivante par Amazon, ce qui explique que le géant du commerce en ligne n'apparaisse pas dans le tableau 9.3, malgré des dépenses de R&D de 6,6 milliards de dollars en 2014. L'investissement en R&D d'Intel a plus que doublé au cours des 10 dernières années, tandis que Pfizer a réduit ses dépenses de R&D par rapport au niveau de 2012 (9,1 milliards de dollars).

De manière générale, l'ambition des nouveaux géants des technologies de l'information et de la communication (TIC) est d'intégrer davantage les technologies numériques et le monde physique. Amazon a ainsi optimisé l'expérience du consommateur en développant des services comme Prime et Pantry qui permettent de satisfaire ses besoins pratiquement en temps réel. Amazon a récemment lancé une offre limitée pour un produit pilote, le « Dash Button », une extension de l'Amazon Pantry qui permet de commander des biens de consommation courante en appuyant sur un simple bouton. Google a acquis plusieurs de ces produits à mi-chemin entre monde informatique et monde physique, tels que des thermostats autonomes, et développé le premier système d'exploitation spécifiquement conçu pour ce type d'appareils à basse consommation. Le projet le plus ambitieux est sans doute la voiture sans conducteur de Google, qui devrait être commercialisée d'ici cinq ans. À l'inverse, Facebook se lance dans le développement des technologies de réalité virtuelle grâce à son acquisition d'Oculus Rift, une technologie qui permettra d'intégrer le monde physique dans l'environnement numérique.

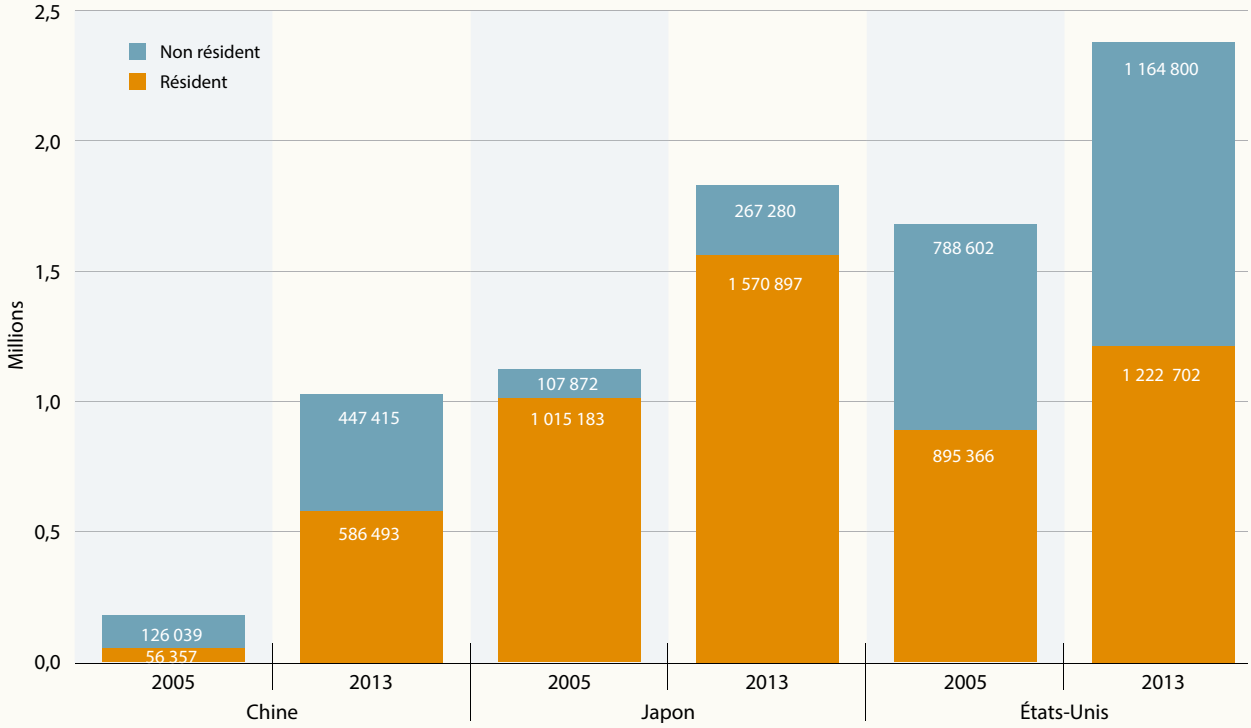
Les mini-capteurs qui facilitent la connectivité trouvent également des applications dans l'industrie et les soins de santé. General Electric, dont une grande partie des revenus dépend de contrats de service, investit actuellement dans la technologie des capteurs pour recueillir davantage d'informations sur la performance en vol de ses moteurs d'avion. Dans le domaine des soins de santé, quelques nouvelles entreprises s'essaient à l'utilisation de capteurs d'activité individuels pour la prise en charge de maladies chroniques comme le diabète.

Le Massachusetts : haut lieu de la R&D à but non lucratif

Les organisations privées à but non lucratif représentent environ 3 % des DIRD aux États-Unis. Au titre de l'exercice 2013, elles ont perçu des obligations fédérales d'un montant de 6,6 milliards de dollars pour financer des activités de R&D. Les organisations à but non lucratif de l'État du Massachusetts, notamment le pôle des hôpitaux de recherche situé à proximité de Boston, sont celles qui ont reçu la part la plus importante du financement fédéral, avec 29 % des fonds alloués en 2013.

Figure 5.8 : **Brevets en vigueur aux États-Unis, 2005 et 2013**

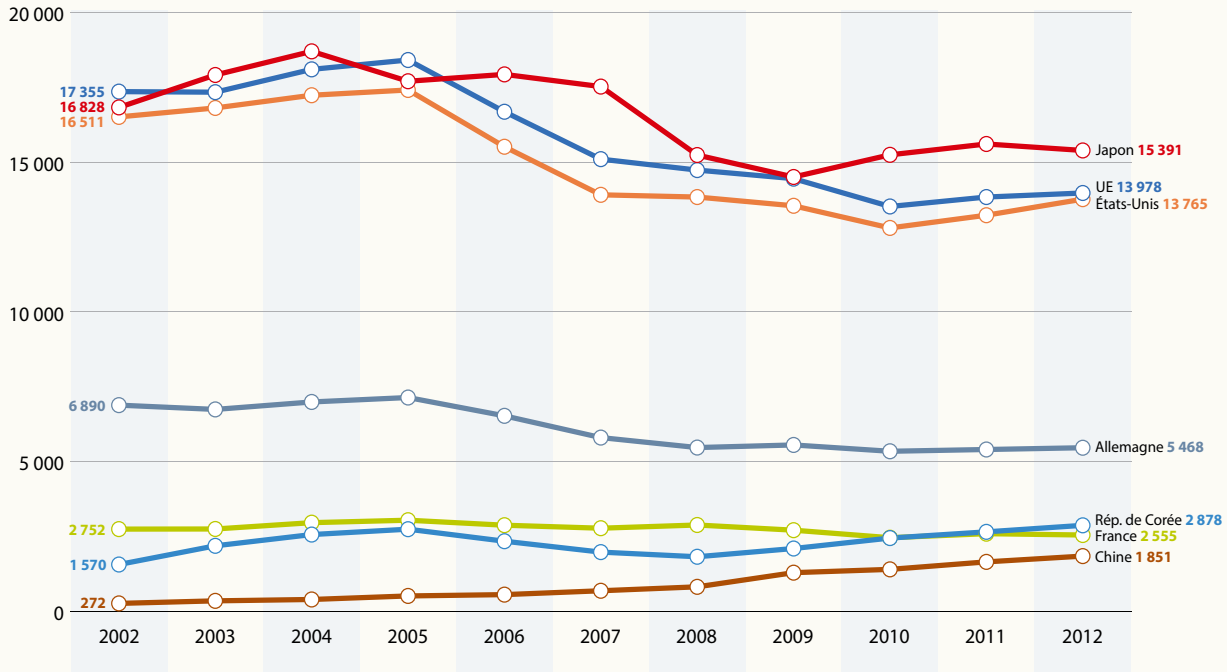
Les données des autres pays sont indiquées à titre de comparaison



Source : Statistiques en ligne de l'OMPI, consultées le 27 août 2015 ; brevets détenus par le principal office des brevets de chaque État : Office d'État chinois de la propriété intellectuelle, Office japonais des brevets, Office européen des brevets, Office des brevets et des marques des États-Unis d'Amérique.

Figure 5.9 : **Brevets triadiques des États-Unis figurant dans la base de données de l'USPTO, 2002-2012**

Nombre de brevets triadiques (prévision immédiate) des principales économies mondiales

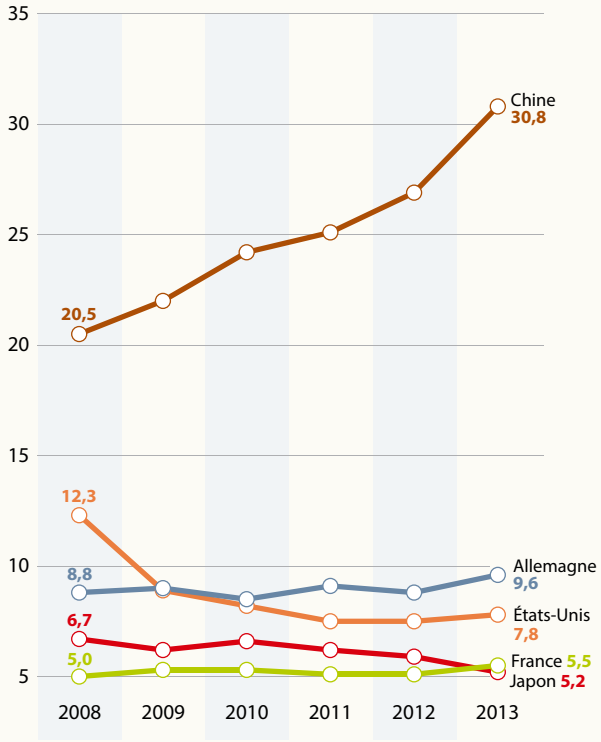


Remarque : Les brevets triadiques sont déposés par un même inventeur pour la même invention auprès des offices des brevets des États-Unis, de l'Union européenne et du Japon.

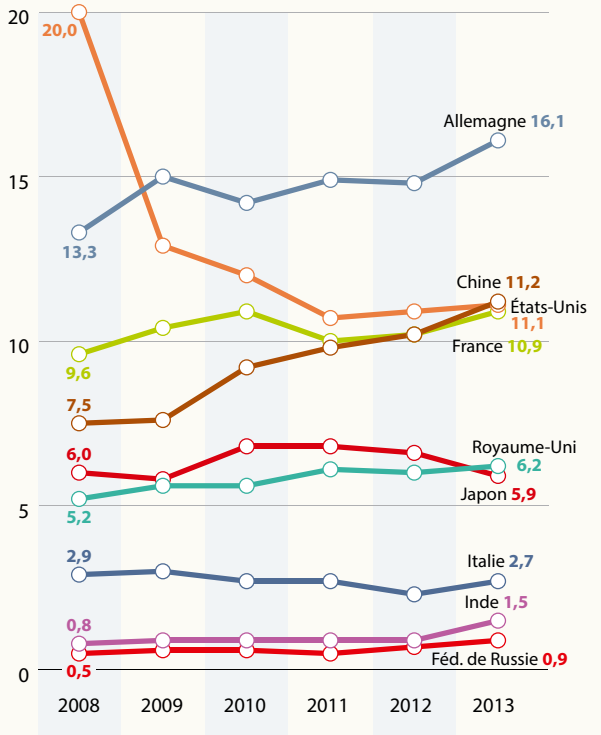
Source : Statistiques sur les brevets de l'OCDE (base de données), août 2015.

Figure 5.10 : **Exportations de produits de haute technologie des États-Unis en part des exportations mondiales, 2008-2013 (%)**
Les données des autres grands exportateurs sont indiquées à titre de comparaison

Exportations totales



Exportations totales sauf ordinateurs, matériel de bureautique, produits électroniques et de télécommunications



Source : Base de données Comtrade de la Division des statistiques des Nations Unies, juillet 2014.

La moitié des obligations fédérales attribuées à des organisations à but non lucratif concernent trois États – le Massachusetts, la Californie et le District of Columbia – qui représentent également une part non négligeable des dépenses nationales de R&D et des emplois en science et ingénierie (figure 5.6). Les institutions qui se taillent la part du lion du financement fédéral sont MITRE Corporation (dont les activités de R&D sont axées sur la sécurité nationale), les hôpitaux de recherche et les centres de recherche en oncologie, l'Institut Battelle Memorial, le généraliste de la R&D SRI International et RAND Corporation. Les organisations à but non lucratif peuvent également faire financer leurs activités de R&D par des sources privées, notamment des organisations philanthropiques (encadré 5.4).

TENDANCES EN MATIÈRE D'ÉDUCATION

Des normes de base communes pour améliorer l'enseignement des sciences

Les États-Unis vont être confrontés à un besoin croissant de main-d'œuvre qualifiée en science, technologie, ingénierie et mathématiques dans les années à venir. Afin de s'y préparer, le Département de l'éducation a mis en place une stratégie pour améliorer le niveau des élèves comme des enseignants dans ces disciplines. Dans cette perspective, un groupe d'experts a élaboré, sous l'égide de l'Association nationale des gouverneurs, les Common Core State Standards en 2009, un ensemble de normes fondamentales communes au niveau fédéral pour harmoniser les niveaux d'aptitude en anglais et en mathématiques.

Il s'agit de normes nationales, différentes de celles élaborées au niveau des États. Cependant, le système éducatif américain étant fortement décentralisé, il n'est pas certain que ces politiques fédérales soient pleinement mises en œuvre dans la pratique. Pour pallier cet écueil, l'administration Obama a mis en place des programmes incitatifs, comme « Race to the Top », un concours permettant d'obtenir des financements destinés à encourager les États à engager des réformes éducatives. Le programme est doté de 4,3 milliards de dollars.

Les normes communes sont très controversées car elles reposent sur des examens standardisés très difficiles élaborés par les grandes maisons d'édition universitaire. Il reste encore à voir si les étudiants seront mieux formés en vue d'une carrière en science ou en ingénierie dans les écoles qui adoptent lesdites normes.

Effort d'amélioration de la qualité de l'enseignement

L'*America COMPETES Act* vise à doper la compétitivité des États-Unis en sciences, technologie, ingénierie et mathématiques (STIM) au travers de l'éducation. Le gouvernement attache beaucoup d'importance à l'amélioration de l'enseignement des STIM à tous les niveaux par le biais de la formation des enseignants. Cette volonté a abouti à la création d'un corps regroupant les meilleurs enseignants de STIM, le STEM Master Teacher Corps. Par ailleurs, l'administration a formé une coalition informelle de groupes gouvernementaux et à but non lucratif ayant un intérêt dans la formation des enseignants, appelé *100Kin10,* dont l'objectif explicite est de former 100 000 enseignants de STIM, dans une optique d'excellence. Eux-mêmes formeront par la suite un million de travailleurs qualifiés dans ces disciplines au cours des dix prochaines années.

Encadré 5.4 : **Les milliardaires américains investissent de plus en plus dans la R&D**

Les milliardaires américains s'impliquent de plus en plus dans la R&D, qu'elle soit ou non à but lucratif, et exercent désormais une influence majeure sur les priorités de recherche. D'aucuns dénoncent cette influence qui fausserait les activités de recherche en les mettant au service des intérêts personnels du patronat – riche et majoritairement blanc – et des universités prestigieuses que la plupart ont fréquentées.

Certains projets semblent en effet cibler explicitement les intérêts personnels de leurs initiateurs. Eric et Wendy Schmidt ont par exemple fondé l'Institut océanographique Schmidt après un séjour de plongée sous-marine dans les Caraïbes, et Lawrence Ellison a fondé la Fondation Ellison pour la recherche médicale après une série de réunions informelles organisées chez elle sous la direction du prix Nobel Joshua Lederberg.

À l'inverse, la Fondation Bill et Melinda Gates, qui est sans doute l'organisation de recherche philanthropique la plus connue au monde, s'est toujours attachée à cibler les maladies qui affectent les personnes pauvres dans le monde.

La relation entre la R&D financée par des organisations philanthropiques et d'autres fonds privés, d'une part, et le choix des priorités à l'échelon fédéral, d'autre part, est complexe. Certains groupes privés interviennent lorsque la volonté politique fait défaut. Par exemple, les dirigeants d'eBay, de Google et de Facebook financent la création d'un télescope spatial visant à repérer les astéroïdes et les météorites qui menacent de frapper la Terre, avec un budget très inférieur à ce que coûterait la mise en place d'un projet similaire à la NASA. SpaceX, l'entreprise privée fondée par Elon Musk, est devenue prestataire du gouvernement fédéral, permettant à ce dernier de réaliser des économies. SpaceX a décroché des contrats fédéraux d'une valeur de plus de 5,5 milliards de dollars avec l'US Air Force et la NASA. Il bénéficie également d'une subvention de 20 millions de dollars allouée par l'État du Texas pour y construire une installation de lancement et favoriser ainsi le développement économique local.

D'autres exemples montrent que certaines priorités de la R&D financée par des organisations philanthropiques sont devenues des priorités au niveau fédéral. Avant l'annonce par le Président Obama de son Initiative BRAIN, Paul G. Allen et Fred Kavli avaient créé des instituts privés de recherche sur le cerveau à Seattle, dans l'État de Washington, et dans trois universités (Yale, Columbia et Université de Californie). Les scientifiques travaillant dans ces instituts ont contribué à l'élaboration du programme fédéral.

Source : Informations compilées par les auteurs.

L'*America COMPETES Act* appelle également à mettre en place des programmes pour inciter les étudiants de premier cycle diplômés de disciplines scientifiques et technologiques à poursuivre leur cursus, en accordant une place particulière aux minorités sous-représentées, telles que les Afro-Américains, les Hispaniques et les Amérindiens. Par ailleurs, la loi alloue des fonds aux institutions scientifiques pour stimuler l'intérêt des étudiants au travers de l'éducation informelle. Elle accorde également la priorité à la formation professionnelle dans le domaine de la fabrication de pointe, au niveau des écoles secondaires et des établissements universitaires à cycle court. Enfin, la loi prévoit que le Bureau de la politique scientifique et technologique de la Maison Blanche élabore tous les cinq ans un plan stratégique pour l'enseignement des STIM.

Baisse des recettes des universités publiques

Depuis la récession de 2008-2009, les universités de recherche publiques font face à une diminution des dotations de l'État, des financements fédéraux pour la recherche et des autres subventions, alors que dans le même temps les inscriptions ont augmenté. Par conséquent, ces établissements n'ont pu enrayer la chute spectaculaire des fonds disponibles par étudiant, malgré l'augmentation considérable des frais d'inscription et le report de travaux d'entretien de leurs locaux. Le Conseil national scientifique a prédit en 2012 que ces efforts de réductions des coûts auraient des effets durables sur les capacités d'enseignement et de recherche des universités de recherche publiques. (Le rythme de croissance des publications scientifiques semble à ce titre plus irrégulier depuis 2011, voir figure 5.11). Cette perspective est inquiétante, d'autant que la demande d'enseignement public augmente le plus rapidement au sein de groupes historiquement défavorisés qui choisiraient, s'ils en avaient les moyens, des diplômes en deux ans dans des établissements privés ; en effet, les universités publiques proposent des cursus dans le domaine des sciences et de l'ingénierie que les établissements concurrents à but lucratif n'offrent pas (Conseil national scientifique, 2012).

Les universités tentent de faire face à la raréfaction des financements en cherchant de nouveaux moyens de diversifier leurs revenus et de réduire leurs coûts. Cela passe notamment par la recherche de nouvelles sources de financement auprès de l'industrie, par le recours massif à des contrats temporaires et à des postes d'auxiliaire pour l'enseignement et la recherche, et par l'adoption de nouvelles technologies pédagogiques permettant d'augmenter l'effectif des classes.

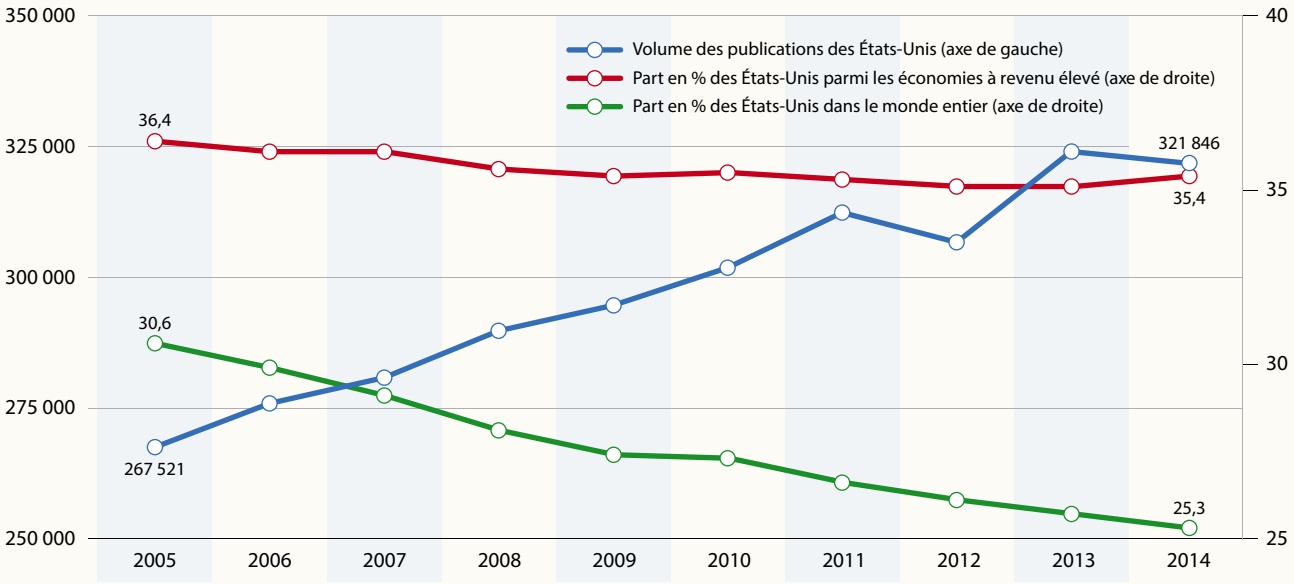
Des postes insuffisants pour le nombre de chercheurs

Les départements scientifiques des universités américaines ont connu une période de croissance au cours de la deuxième moitié du XX^{e} siècle. Chaque chercheur pouvait former plusieurs étudiants qui pouvaient eux-mêmes raisonnablement espérer obtenir un poste de chercheur universitaire. Depuis peu, les départements de sciences ont cessé de s'agrandir. Par conséquent, le nombre de postes accessibles est devenu bien plus restreint au niveau postdoctoral ; le goulet d'étranglement ainsi formé ralentit la carrière de nombreux chercheurs.

Un rapport publié en 2015 par l'Académie nationale des sciences émet l'idée qu'en raison de la raréfaction des postes de titulaires, les bourses postdoctorales sont prolongées. En parallèle, la proportion de diplômés qui suivent un programme de bourse avant d'obtenir leur premier poste d'enseignant augmente, et cette pratique s'étend à de nouvelles disciplines. Par conséquent, le nombre de chercheurs postdoctorants a augmenté de 150 %

Figure 5.11 : **Tendances en matière de publications scientifiques aux États-Unis, 2005-2014**

Les États-Unis ont maintenu leur part dans les publications des pays à revenu élevé



1,32

Taux moyen de citation des publications américaines, 2008-2012 ; la moyenne de l'OCDE est de 1,08 %.

14,7 %

Proportion des articles américains dans les 10 % d'articles les plus cités, 2008-2012 ; la moyenne de l'OCDE est de 11,1 %.

34,8 %

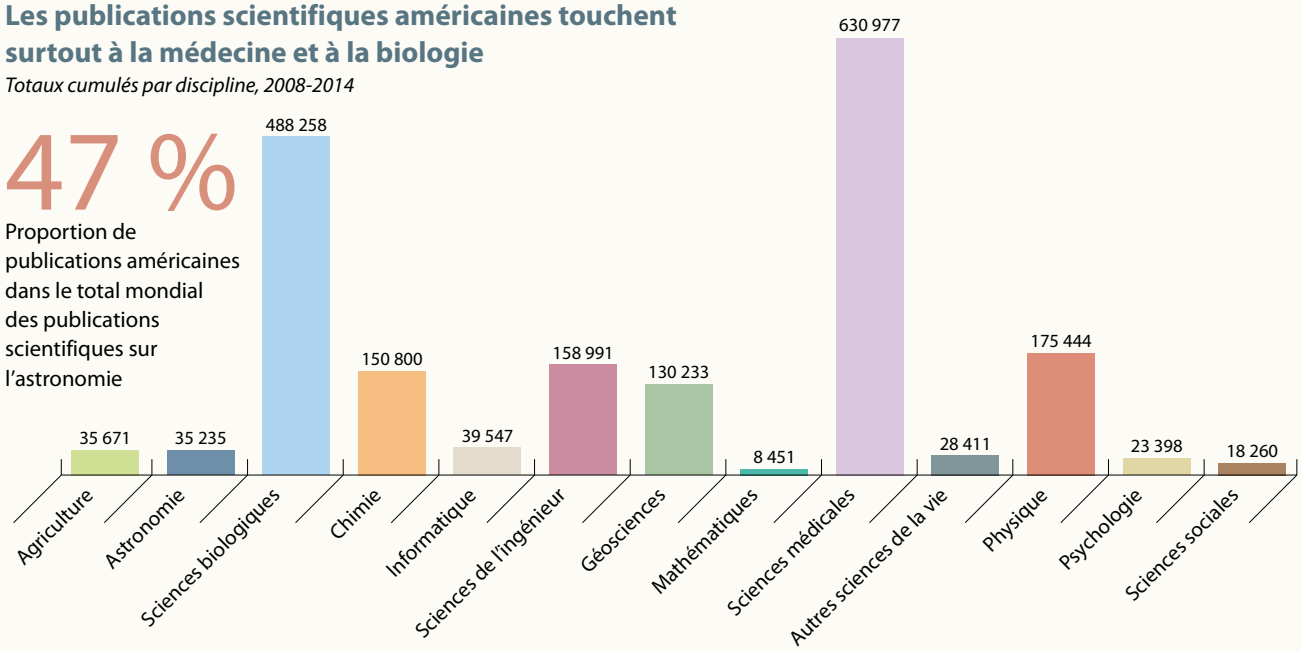
Proportion des articles américains ayant un coauteur étranger, 2008-2014 ; la moyenne de l'OCDE est de 29,4 %.

Les publications scientifiques américaines touchent surtout à la médecine et à la biologie

Totaux cumulés par discipline, 2008-2014

47 %

Proportion de publications américaines dans le total mondial des publications scientifiques sur l'astronomie



Remarque : Les 175 543 articles non indexés sont exclus des totaux.

Le principal partenaire des États-Unis est la Chine, suivie de près par le Royaume-Uni, l'Allemagne et le Canada

Principaux partenaires étrangers, 2008-2014 (nombre d'articles)

	1er partenaire	2e partenaire	3e partenaire	4e partenaire	5e partenaire
États-Unis	Chine (119 594)	Royaume-Uni (100 537)	Allemagne (94 322)	Canada (85 069)	France (62 636)

Source : Plate-forme de recherche Web of Science de Thomson Reuters, Science Citation Index Expanded, traitement des données par Science-Metrix.

entre 2000 et 2012. Bien que les bourses postdoctorales aient été conçues à l'origine comme une formation avancée à la recherche, dans la pratique, toutes les bourses postdoctorales n'offrent pas à leurs titulaires un encadrement et un développement professionnel cohérents et complets. Il n'est pas rare de voir des universitaires dans l'attente d'un poste végéter en suivant des programmes de bourse postdoctorale tout en effectuant des travaux de recherche de grande qualité, sans durée déterminée et pour un salaire dérisoire.

Innovation libre : un mariage de raison

En 1980, le Congrès américain a voté la loi Bayh-Dole (Bayh-Dole Act) afin d'encourager l'adoption des technologies développées par des organismes de recherche ayant bénéficié de fonds publics. La loi a permis aux universités de conserver les droits de propriété intellectuelle de la R&D financée sur crédits fédéraux et lancé un mouvement en faveur du brevetage et de la commercialisation de nouvelles technologies par les universités.

Certaines universités sont ainsi devenues des pôles d'innovation, dans lesquels de petites start-up créées dans le cadre des recherches effectuées sur le campus ajoutent de la valeur avant, généralement, de s'associer à un partenaire industriel plus important et déjà établi pour commercialiser leur(s) produit(s). Ces universités ont pu ainsi faire émerger des écosystèmes locaux d'innovation. Devant cette réussite, un nombre croissant d'établissements a créé des infrastructures internes pour soutenir les start-up issues de la recherche (comme des bureaux de transfert de technologies) ainsi que des incubateurs conçus pour soutenir les jeunes entreprises et leurs inventions technologiques (Atkinson et Pelfrey, 2010). Le transfert de technologies participe de la mission de l'université en diffusant des idées et des solutions qui peuvent être mises en pratique. Il soutient également la création d'emplois dans les économies locales et resserre les liens avec l'industrie, indispensables à la recherche subventionnée. Cependant, le transfert de technologies – par nature imprévisible – ne peut être un complément fiable des autres recettes des universités, telles que les subventions fédérales ou les frais d'inscription.

Du point de vue de l'industrie, de nombreuses entreprises des secteurs à forte intensité de technologie estiment que s'associer avec des universités est un moyen plus efficace d'utiliser leur investissement en R&D que de développer elles-mêmes des technologies (Enkel, *et al.*, 2009). En subventionnant la recherche universitaire, ces entreprises tirent profit de la vaste expertise et de l'environnement collaboratif au sein des départements universitaires. Bien que la recherche subventionnée par l'industrie ne représente que 5 % de la R&D des universités, les plus grandes d'entre elles dépendent de plus en plus du secteur industriel pour le financement de la recherche, plutôt que des financements fédéraux et des États. Les intérêts des chercheurs et des industriels ne convergent néanmoins pas toujours. Les partenaires industriels ne souhaitent pas forcément publier afin d'éviter que leurs concurrents ne tirent profit de leur investissement, alors que la carrière des chercheurs universitaires dépend de la publication des résultats de leurs travaux (voir également chapitre 2).

Hausse de 8 % des étudiants étrangers depuis 2013

Au cours de l'année universitaire 2013-2014, plus de 886 000 étudiants internationaux et leurs familles installées aux États-Unis ont contribué à la création de 340 000 emplois et rapporté 26,8 milliards de dollars à l'économie américaine, selon un rapport de 2014 de l'Association nationale des conseillers auprès des étudiants étrangers.

Le nombre d'étudiants américains qui étudient à l'étranger est beaucoup plus faible, sous la barre des 274 000. Les cinq premières destinations pour les étudiants américains sont le Royaume-Uni (12,6 %), l'Italie (10,8 %), l'Espagne (9,7 %), la France (6,3 %) et la Chine (5,4 %). Ces statistiques ne rendent pas compte du nombre impressionnant d'étudiants inscrits dans un établissement situé hors de leur pays d'origine : 4,1 millions en 2013, dont 53 % originaires de Chine, d'Inde et de République de Corée (voir aussi chapitre 2).

Les étudiants étrangers aux États-Unis viennent surtout de Chine (28 %), d'Inde (12 %), de République de Corée (environ 8 %), d'Arabie saoudite (environ 6 %) et du Canada (environ 3%), selon l'examen trimestriel de juillet 2014 du Système d'information sur les étudiants et les programmes d'échange publié par l'organisme de surveillance et de protection des frontières des États-Unis (ICE). Près d'un million d'étudiants étrangers (966 333) suivaient un cursus universitaire ou professionnel à temps plein dans un établissement d'enseignement supérieur certifié (visas F-1 et M-1). Selon l'ICE, le nombre de titulaires de visas F-1 et M-1 a augmenté de 8 % entre 2013 et 2014. Par ailleurs, 233 000 autres étudiants détenaient un visa J-1[9].

Selon les données recueillies par l'ICE, plus de la moitié des étudiants détenteurs d'un visa F-1 et M-1 étaient des hommes (56 %). Près de 6 étudiantes sur 10 (58 %) étaient originaires d'Europe de l'Est et trois quarts des hommes (77 %) d'Asie de l'Ouest. Un peu moins de la moitié des étudiants détenteurs de ce type de visa avait choisi la Californie comme destination. Venaient ensuite New York et le Texas.

La majeure partie de ces étudiants suivent des cursus dans les disciplines suivantes : commerce, gestion et marketing, ingénierie, informatique et domaines connexes, éducation. Parmi les étudiants en STIM, les trois quarts (75 %) avaient opté pour l'ingénierie, l'informatique, les sciences de l'information et les services de soutien, ou la biologie et les sciences biomédicales.

En 2012, 49 % des doctorants internationaux en sciences et en ingénierie étudiaient aux États-Unis (voir figure 2.12). Dans une étude de 2013, *Survey of Earned Doctorates*, la Fondation nationale pour la science a comparé les diplômes de doctorat obtenus par des citoyens américains et ceux obtenus par des étudiants étrangers, qu'ils soient résidents permanents ou titulaires d'un visa temporaire. L'étude a conclu que la proportion des diplômes de doctorat attribués à des étudiants détenteurs d'un visa temporaire selon les disciplines était respectivement de 28 % pour les sciences de la vie, de 43 % pour les sciences physiques, de 55 % pour l'ingénierie, de 10 % pour l'éducation, de 14 % pour les sciences humaines et de 33 % pour les disciplines hors sciences et ingénierie. Ces pourcentages sont en légère augmentation dans toutes les disciplines par rapport à 2008.

9. Les visas J-1 sont attribués à des visiteurs étrangers sélectionnés par le Département de l'intérieur pour participer à un programme d'échange.

Les étudiants étrangers de plus en plus tentés de rentrer dans leur pays

Historiquement, une grande majorité des étudiants étrangers venus se former aux États-Unis s'y sont installés définitivement. Aujourd'hui, les étudiants et les stagiaires étrangers trouvent de plus en plus de débouchés dans leurs pays d'origine car les secteurs de la R&D y sont de plus en plus développés. En conséquence, le taux de retour des étudiants étrangers et des postdoctorants augmente. Il y a vingt ans, près de 1 doctorant chinois sur 10 rentrait en Chine après avoir obtenu son diplôme aux États-Unis. Aujourd'hui ce taux de retour est plus proche de 20 % et il a tendance à augmenter (voir aussi encadré 23.2).

Cette tendance est entretenue par un phénomène « d'attraction-répulsion » : l'environnement américain de la recherche semble de plus en plus compétitif, alors même que les entreprises étrangères sont en mesure d'offrir de plus en plus d'opportunités aux travailleurs qualifiés. Par exemple, le nombre limité de visas délivrés à des travailleurs qualifiés crée une forte concurrence chez ceux d'entre eux qui souhaitent travailler dans les industries américaines de pointe. En 2014, submergée par le nombre de candidatures, la loterie qui permet d'attribuer ces visas a été close une semaine seulement après son ouverture. Les chefs d'entreprise américains sont très favorables à l'augmentation du nombre de visas pour les travailleurs qualifiés, en particulier dans le secteur des logiciels. Dans le même temps, des pays comme la Chine, l'Inde ou Singapour réalisent de gros investissements pour créer des installations de recherche ultramodernes, incitant par là fortement les étudiants formés aux États-Unis à rentrer chez eux.

LES SCIENCES, LA TECHNOLOGIE ET LE GRAND PUBLIC

Les Américains ont une image positive de la science

Plusieurs études récentes ont montré que les Américains ont généralement une attitude positive et optimiste à l'égard de la science (Pew, 2015). Ils accordent de l'importance à la recherche scientifique (90 % sont favorables au maintien ou à l'augmentation du financement de la recherche) et une confiance élevée aux responsables scientifiques. De manière générale, ils apprécient la contribution de la science à la société et jugent utiles le travail scientifique et l'ingénierie. Quelque 85 % des Américains estiment que les retombées positives de la recherche scientifique contrebalancent ou excèdent les dommages potentiels. En particulier, ils considèrent que la science a un impact positif sur les traitements médicaux, la sécurité alimentaire et la préservation de l'environnement. Par ailleurs, la grande majorité des Américains considèrent que les investissements dans l'ingénierie, la technologie et la recherche sont rentabilisés à long terme. La plupart des Américains déclarent qu'ils sont en général intéressés par les nouvelles découvertes scientifiques. Plus de la moitié d'entre eux a visité un zoo, un aquarium, un musée d'histoire naturelle ou un musée consacré aux sciences en 2012.

Scepticisme du grand public à l'égard de certaines questions scientifiques

Les principales divergences d'opinion entre le grand public et la communauté scientifique concernent les aliments génétiquement modifiés (seuls 37 % du grand public les considèrent généralement sans danger contre 88 % des scientifiques) et la recherche sur les animaux (89 % des scientifiques mais seulement 47 % du grand public y sont favorables). On constate le même degré de scepticisme s'agissant de la responsabilité de l'homme dans le changement climatique : seule une personne sur deux en est convaincue, contre 87 % des scientifiques.

Les Américains sont moins préoccupés par le changement climatique que les citoyens d'autres pays et plus susceptibles d'attribuer les tendances observables à des causes non anthropiques. Agir sur les causes du changement climatique n'est pas une grande priorité pour la plupart des Américains. Les choses sont toutefois peut-être en train de changer, comme en témoigne la Marche du peuple pour le climat de septembre 2014 qui a rassemblé 400 000 personnes de tous horizons dans les rues de New York.

De manière générale, les Américains sont plus favorables à l'énergie nucléaire que les citoyens d'autres pays. Le pétrole et l'énergie nucléaire sont progressivement revenus en grâce après les accidents spectaculaires survenus dans des installations pétrolières dans le golfe du Mexique et nucléaires au Japon, mais le niveau de soutien à l'énergie nucléaire n'a pas encore retrouvé complètement son niveau d'antan.

Le grand public et les scientifiques américains s'accordent néanmoins sur un point, d'après un sondage d'opinion et les analyses de l'Association américaine pour l'avancement des sciences : l'enseignement scientifique au niveau primaire est en retard par rapport à la situation d'autres pays, et ce bien que la science américaine jouisse d'une excellente réputation à l'étranger.

Une compréhension limitée des faits scientifiques

Malgré un enthousiasme largement partagé pour la science et les découvertes, la compréhension des éléments factuels de la science de la part du grand public américain laisse à désirer. Des personnes interrogées au moyen d'un questionnaire factuel ont répondu correctement à 5,8 questions en moyenne (sur un total de 9). Ce score est comparable à celui observé dans les pays européens, et reste stable enquête après enquête.

Par ailleurs, on observe que les réponses peuvent être influencées par la façon dont les questions sont posées. Par exemple, seules 48 % des personnes interrogées ont affirmé être d'accord avec l'affirmation selon laquelle « les êtres humains, tels que nous les connaissons aujourd'hui, descendent d'espèces animales qui existaient avant », mais la proportion est passée à 72 % dès lors que la même question était introduite par « D'après la théorie de l'évolution... ». De la même façon, seuls 39 % des Américains étaient d'accord avec la phrase « L'univers est né d'une grande explosion », mais ils étaient 60 % à être d'accord avec la phrase « Selon les astronomes, l'Univers est né d'une grande explosion ».

Accès libre du public à la littérature scientifique

L'*America COMPETES Act* s'est fixé comme objectif de rendre accessible au public tous les résultats non classifiés des recherches financées – au moins partiellement – par des fonds publics. Lors du vote de la loi en 2007, les NIH envisageaient déjà d'imposer aux chercheurs qu'ils avaient subventionnés de mettre à disposition de PubMed Central leurs articles dans les 12 mois suivant leur publication. PubMed Central est un système

d'archives en accès libre des articles intégraux publiés dans les revues consacrées au génie biomédical et aux sciences de la vie. PubMed Central est hébergé par la Bibliothèque nationale de médecine des NIH.

La période de 12 mois d'embargo a permis de protéger le modèle économique des revues scientifiques puisque le nombre de titres a augmenté depuis la mise en place de la politique. Cette dernière a permis au grand public d'accéder à une mine d'informations. On estime que PubMed Central reçoit 500 000 visites uniques par jour (sauf week-ends), que l'utilisateur moyen accède à deux articles, et que 40 % des utilisateurs sont issus du grand public (par opposition à des utilisateurs issus de l'industrie ou du monde universitaire).

Le gouvernement produit environ 140 000 ensembles de données[10] dans de très nombreux domaines. Chaque ensemble de données peut être converti en application mobile ou croisé avec d'autres jeux de données afin de faire émerger de nouvelles informations. Des entreprises innovantes ont créé des services utiles à partir de ces données. Par exemple, les estimations immobilières de Realtor.com® sont basées sur les données open source du Bureau du recensement relatives aux prix de l'immobilier. Bankrank.org fournit des informations sur les banques à partir de données du Bureau de la protection financière des consommateurs. D'autres applications reposent sur le GPS (Global Positioning System) ou les données de l'Administration fédérale de l'aviation. Le président Obama a créé un poste de « Chief Data Scientist » (responsable des données) à la Maison-Blanche pour promouvoir l'utilisation de ces ensembles de données. Figure historique de la Silicon Valley, DJ Patil est la première personne à occuper ce poste.

TENDANCES EN MATIÈRE DE DIPLOMATIE SCIENTIFIQUE

Accord avec la Chine sur le changement climatique

Conformément aux grandes priorités qu'a fixées le président, le principal objectif de la diplomatie scientifique à l'heure actuelle et dans les années à venir est la lutte contre le changement climatique. Son *Plan d'action pour le climat* (2013) comprend un programme d'action au niveau national et international qui vise à réduire rapidement et efficacement les émissions de gaz à effet de serre. Dans cette perspective, l'administration américaine a signé plusieurs accords bilatéraux et multilatéraux, et participera aux négociations de la Conférence des parties à la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques qui se tiendra à Paris en novembre 2015 et qui vise à adopter un accord universel juridiquement contraignant sur le climat. En vue de la conférence, les États-Unis ont fourni une assistance technique à certains pays en développement pour les aider à préparer leurs Contributions prévues déterminées au niveau national.

À l'occasion d'une visite du Président Obama en Chine en novembre 2014, les États-Unis se sont engagés à réduire leurs émissions de CO_2 de 26-28 % en 2025 par rapport à leur niveau de 2005. Par ailleurs, les présidents américain et chinois ont rendu publique une *Déclaration conjointe sur le climat*. Les détails de l'accord avaient été réglés par le Centre sino-américain de recherche sur les énergies propres. Ce centre virtuel a été établi en novembre 2009 par le Président Obama et le Président Hu Jintao et doté d'un budget de 150 millions de dollars. Le plan de travail conjoint prévoit des partenariats public-privé dans les domaines des technologies du charbon propre, des véhicules propres, de l'efficacité énergétique, de l'énergie et de l'eau.

Accord historique avec l'Iran

La négociation d'un accord sur le nucléaire avec l'Iran, conjointement avec les quatre autres membres permanents du Conseil de sécurité et l'Allemagne, constitue un autre succès diplomatique majeur. L'accord, d'une grande complexité technique, a été signé en juillet 2015. En échange de la levée des sanctions, les Iraniens ont fait un certain nombre de concessions sur leur programme nucléaire. L'accord a été validé par le Conseil de sécurité des Nations Unies une semaine après son adoption.

La science au service de la diplomatie

La collaboration scientifique constitue souvent le programme de consolidation de la paix le plus durable qui soit, en raison du haut niveau d'investissement personnel qu'elle implique. Par exemple, le programme Coopération pour la recherche au Moyen-Orient exécuté par l'Agence des États-Unis pour le développement international (USAID), qui organise une coopération scientifique bilatérale ou trilatérale avec des partenaires arabes et israéliens, fonctionne sans interruption depuis sa mise en place en 1981, dans le cadre des Accords de Camp David de 1978, et ce malgré les périodes de conflit violent qu'a connues le Moyen-Orient. Dans un même esprit de consolidation de la paix, des scientifiques américains et cubains travaillent ensemble depuis un demi-siècle malgré l'embargo. Le rétablissement des relations diplomatiques entre les États-Unis et Cuba en 2015 devrait conduire à de nouvelles règles relatives à l'exportation des équipements scientifiques offerts, qui aideront les laboratoires cubains à se moderniser.

Les universités contribuent également de manière non négligeable à la diplomatie scientifique au travers de leurs activités de collaboration scientifique internationale. Au cours de la dernière décennie, plusieurs universités ont inauguré des campus satellites à l'étranger, dédiés spécifiquement aux sciences et à la technologie, dont l'Université de Californie (San Diego), l'Université du Texas (Austin), l'Université Carnegie Mellon et l'Université Cornell. Une faculté de médecine doit ouvrir au sein de l'Université de Nazarbayev en 2015, en partenariat avec l'Université de Pittsburgh. Ce partenariat entre les États-Unis et le Kazakhstan a également débouché sur la création de la revue *Central Asian Journal of Global Health*, dont le premier numéro a paru en 2012 (voir encadré 14.3). De son côté, le Massachusetts Institute of Technology a participé à la création de l'Institut de la science et de la technologie de Skolkovo en Fédération de Russie (voir encadré 13.1).

D'autres projets impliquant la Fédération de Russie sont retardés ou piétinent. Par exemple, les vives tensions diplomatiques de 2012 entre Washington et Moscou ont entraîné la suspension – discrète – des réunions de la commission présidentielle bilatérale qui réunissait des scientifiques et des innovateurs américains et russes. Des projets comme le Couloir de l'innovation russo-américain ont été également été mis en veille. Depuis 2012, la Fédération de Russie a également adopté plusieurs politiques qui

10. Ces ensembles de données sont accessibles sur le site www.data.gov.

ont eu un effet négatif sur la collaboration scientifique avec les autres pays, dont une loi sur les organisations indésirables. Ainsi, la Fondation MacArthur a récemment dû quitter la Fédération de Russie après avoir été déclarée indésirable.

De leur côté, les États-Unis ont introduit de nouvelles restrictions visant les scientifiques russes travaillant aux États-Unis dans des industries sensibles mais, pour l'heure, la collaboration américano-russe de longue date dans le domaine des vols spatiaux habités n'a pas été affectée (voir chapitre 13).

Priorité à l'Afrique pour la santé et l'énergie

L'épidémie d'Ebola en 2014 a montré que la mobilisation de fonds, d'équipements et de ressources humaines pour faire face à l'irruption et l'évolution rapide de crises sanitaires était un véritable défi. En 2015, les États-Unis ont décidé d'investir 1 milliard de dollars sur les cinq prochaines années dans la prévention, la détection et la prise en charge des flambées de maladies infectieuses dans 17 pays[11], dans le cadre de leur programme en faveur de la sécurité sanitaire mondiale. Plus de la moitié des fonds seront alloués à l'Afrique. Les États-Unis collaborent également avec la Commission de l'Union africaine en vue d'établir des centres africains de contrôle et de prévention des maladies. Ils soutiennent également la création d'instituts nationaux de santé publique.

Les États-Unis et le Kenya ont signé un accord de coopération sur la réduction des menaces intitulé *Cooperative Threat Reduction*, à l'occasion de la visite du Président Obama au Kenya en juillet 2015. L'objectif est d'améliorer la sûreté et la sécurité biologiques au moyen de la « biosurveillance en temps réel, du signalement rapide des maladies, de la recherche et de la formation liées aux menaces biologiques potentielles, qu'elles soient posées par des maladies se produisant naturellement, des attaques biologiques délibérées ou des fuites involontaires de pathogènes et de toxines biologiques ».

En 2014, l'USAID a lancé le programme Nouvelles menaces pandémiques II, auquel participent plus de 20 pays en Afrique et en Asie pour aider à « détecter les virus présentant un risque de pandémie, améliorer les capacités des laboratoires à assurer la surveillance épidémiologique, répondre rapidement et adéquatement aux menaces, renforcer les capacités locales et nationales d'intervention et former les populations à risque pour prévenir l'exposition à ces dangereux pathogènes ».

Un an plus tard, le Président Obama a lancé le programme Power Africa, qui est également conduit par l'USAID. Plutôt qu'une aide, Power Africa fournit des incitations pour encourager l'investissement privé en faveur du développement des infrastructures en Afrique. En 2015, Power Africa a établi un partenariat avec la Fondation des États-Unis pour le développement en Afrique et General Electric, par exemple, afin d'accorder de petites subventions à des entrepreneurs africains en vue du développement de projets énergétiques innovants et hors réseau au Nigéria (Nixon, 2015).

11. Les 17 pays partenaires sont les suivants (en Afrique) : Burkina Faso, Cameroun, Côte d'Ivoire, Éthiopie, Guinée, Kenya, Libéria, Mali, Ouganda, Sénégal, Sierra Leone et Tanzanie ; (en Asie) : Bangladesh, Inde, Indonésie, Pakistan et Viet Nam.

CONCLUSION

L'avenir s'annonce meilleur pour l'industrie que pour la recherche fondamentale

Aux États-Unis, le gouvernement fédéral se spécialise dans le financement de la recherche fondamentale, laissant à l'industrie l'initiative de la recherche appliquée et du développement technologique. Ces cinq dernières années, le financement fédéral de la R&D a chuté en raison du climat d'austérité et de changement de priorités. À l'inverse, les dépenses de R&D des entreprises ont augmenté, si bien que les dépenses globales de R&D n'ont que légèrement fléchi au cours des cinq années passées, avant de retrouver une croissance modeste.

Les entreprises ont de manière générale maintenu ou augmenté leurs engagements en matière de R&D sur les cinq dernières années, en particulier dans les nouveaux secteurs offrant des rendements élevés. Aux États-Unis, la R&D est considérée comme un investissement à long terme, essentiel pour alimenter l'innovation et renforcer la résilience dans les moments d'incertitude.

Bien que la majeure partie des dépenses de R&D bénéficie d'un large soutien bipartisan, la recherche d'intérêt général risque bien de subir les effets les plus graves de la politique d'austérité et des attaques politiques actuelles.

Le gouvernement fédéral est parvenu à peser un certain poids, notamment au travers de partenariats avec l'industrie et des organisations à but non lucratif dans le domaine de l'innovation. On peut citer notamment l'Initiative BRAIN, le partenariat pour un secteur manufacturier de pointe, et plus récemment, l'engagement des entreprises américaines pour le climat Le gouvernement fédéral a également encouragé une plus grande transparence et mis les données publiques à la disposition d'innovateurs potentiels. Des réformes réglementaires annoncent une nouvelle ère prometteuse pour la médecine de précision et la fabrication de médicaments.

Les États-Unis ont également maintenu leurs engagements en faveur de l'enseignement et de la formation professionnelle en sciences et en ingénierie. Le plan de relance adopté en 2009 pour dompter la crise financière a été une occasion unique pour le gouvernement fédéral d'encourager une croissance de l'emploi dans la haute technologie, dans un contexte de redémarrage de la demande de travailleurs qualifiés. L'avenir dira si cette injection massive de fonds dans l'éducation et la formation portera ses fruits. Au sein des universités, les effectifs d'étudiants se sont contractés sous les effets des efforts d'austérité, entraînant une augmentation du nombre de stagiaires postdoctorants et une course aux financements. Grâce à un investissement massif dans le transfert de technologies, les grandes universités et les principaux instituts de recherche cherchent à se rendre plus accessibles aux communautés environnantes dans l'espoir de faire naître des économies locales du savoir solides.

Que réserve l'avenir à la science américaine ? Tout laisse à penser que les opportunités dans la recherche fondamentale financée sur fonds publics risquent de stagner. À l'inverse, l'avenir semble plus prometteur pour l'innovation et le développement dans le secteur des entreprises.

OBJECTIFS PRINCIPAUX DES ÉTATS-UNIS

- Porter les DIRD à 3 % du PIB d'ici fin 2016 ;
- Former 100 000 enseignants de sciences, technologie, ingénierie et mathématiques dans une optique d'excellence, qui formeront à leur tour un million de travailleurs qualifiés dans ces disciplines d'ici 2021, par le biais d'une coalition informelle, surnommée *100Kin10*, qui regroupe des acteurs gouvernementaux et à but non lucratif ayant un intérêt pour la formation des enseignants ;
- Réduire les émissions de CO_2 de 26 à 28 % à l'horizon 2025 par rapport aux niveaux de 2005 ;
- Réduire les émissions de CO_2 de l'État de Californie de 40 % à l'horizon 2030 par rapport aux niveaux de 1990.

RÉFÉRENCES

Alberts, B., Kirschner, M. W., Tilghman, S. et Varmus, H. (2015) Opinion: Addressing systemic problems in the biomedical research enterprise, *Proceedings of the National Academy of Sciences,* 112(7).

Atkinson, R. C. et Pelfrey, A. P. (2010) *Science and the Entrepreneurial University*. Série de documents de recherche et de publications occasionnelles (CSHE.9.10). Centre d'études sur l'enseignement supérieur, Université de Californie : Berkeley (États-Unis).

Bussey, J. (2012) Myths of the big R&D budget, *Wall Street Journal*, 15 juin.

Centre de recherche Pew (2015) *Public and Scientists' Views on Science and Society.* 29 janvier. Voir www.pewinternet.org/files/2015/01/PI_ScienceandSociety_Report_012915.pdf.

Chasan, E. (2012) Tech CFOs don't really trust R&D tax credit, survey says, *Wall Street Journal* et The Dow Jones Company : New York.

Conseil national scientifique (2012) *Diminishing Funding and Rising Expectations: Trends and Challenges for Public Research Universities. A Companion to Science and Engineering Indicators 2012*. Fondation nationale pour la science : Arlington (États-Unis).

Edwards, J. (2014) *Scientific Research and Development in the USA.* Rapport d'IBIS World Industry n° 54171, décembre.

Enkel, E., Gassmann, O. et Chesbrough, H. (2009) « Open R&D and open innovation: exploring the phenomenon », *R&D Management,* 39(4).

Hesseldahl, A. (2014) Does spending big on research pay off for tech companies? Not really, *Recode*, 8 juillet.

Hunter, A. (2015) US Government Contracting and the Industrial Base, Présentation devant le Comité pour les petites entreprises de la Chambre des représentants des États-Unis. Centre d'études stratégiques et internationales. Voir http://csis.org/files/attachments/ts150212_Hunter.pdf

Institut de recherche industrielle (2015) 2015 R&D trends forecasts: results from the Industrial Research Institute's annual survey, *Research–Technology Management,* 58(4). Janvier–février.

Levine, A. S., Alpern, R. J., Andrews, N. C., Antman, K., Balser, J. R., Berg, J. M., Davis, P. B., Fitz, J. G., Golden, R. N., Goldman, L., Jameson, J. L., Lee, V. S., Polonsky, K. S., Rappley, M. D., Reece, E. A., Rothman, P. B., Schwinn, D. A., Shapiro, L. J. et Spiegel, A. M. (2015) *Research in Academic Medical Centers: Two Threats to Sustainable Support*. Vol. 7.

Nixon, R. (2015) Obama's 'Power Africa' project is off to a sputtering start, *New York Times*, 21 juillet.

OCDE (2015) *Principaux indicateurs de la science et de la technologie*. Éditions de l'Organisation de coopération et de développement économiques : Paris.

Rubin, M. M. et Boyd, D. J. (2013) *New York State Business Tax Credits: Analysis and Evaluation*. Commission de l'État de New York sur la réforme et l'équité fiscales.

Sargent Jr., J. F. (2015) *Federal Research and Development Funding: FY 2015*. Service de recherche du Congrès : Washington, D.C.

Tollefson, J. (2012) US science: the Obama experiment, *Nature,* 489(7417) : p. 488.

Shannon Stewart, née en 1984 aux États-Unis, est chercheuse scientifique au Centre d'innovation biomédicale du Massachusetts Institute of Technology (MIT). Elle est titulaire d'un doctorat en biologie moléculaire, cellulaire et développementale délivré par l'Université de Yale (États-Unis).

Stacy Springs, née en 1968 aux États-Unis, est directrice des programmes au Centre d'innovation biomédicale du Massachusetts Institute of Technology (MIT), où elle dirige un programme portant sur la fabrication de médicaments biologiques. Elle est titulaire d'un doctorat en chimie organique délivré par l'Université du Texas à Austin (États-Unis).



Faute d'une politique publique solide visant à soutenir la STI et à l'inscrire dans le processus de développement national, ce sont les chercheurs eux-mêmes qui conçoivent des méthodes innovantes pour la stimuler.

Harold Ramkissoon et **Ishenkumba A. Kahwa**

Un étudiant prépare une obturation dentaire, sous « l'œil » d'un logiciel de simulation capable de détecter toutes les incisions et de les comparer à une préparation optimale. Il est observé par Mme Portia Simpson-Miller, Première Ministre de la Jamaïque, et par le professeur Archibald McDonald, doyen du campus de l'Université des Indes occidentales à Mona.
Photo : © Université des Indes occidentales, campus de Mona

6. Caricom

Antigua-et-Barbuda, Bahamas, Barbade, Belize, Dominique, Grenade, Guyana, Haïti, Jamaïque, Montserrat, Sainte-Lucie, Saint-Kitts-et-Nevis, Saint-Vincent-et-les Grenadines, Suriname et Trinité-et-Tobago

Harold Ramkissoon et Ishenkumba A. Kahwa

INTRODUCTION

Croissance faible et endettement élevé

La plupart des membres de la Communauté des Caraïbes (CARICOM) sont très endettés[1] (tableau 6.1). Ils peinent en effet à se remettre de la récession mondiale qui a débuté en septembre 2008, a mis en difficulté leur système bancaire et a provoqué la faillite d'une importante compagnie d'assurance de la région[2] en 2009. Une fois acquittées leurs obligations au titre de la dette, les États ne disposent plus de beaucoup de ressources pour faire face aux impératifs socioéconomiques. Par conséquent, la période 2010-2014 peut au mieux être décrite comme une période de faible croissance, au cours de laquelle le PIB a progressé d'environ 1 % en moyenne. La croissance a toutefois atteint 2,3 % en 2013 et pourrait se hisser à 3 % en 2014 (figure 6.1).

Le chômage reste élevé dans la région, hormis à la Trinité-et-Tobago, où d'abondantes ressources naturelles ont permis de résister jusqu'à présent à la crise économique grâce aux prix élevés des matières premières. La Grenade et la Barbade ont toutes les deux eu des conversations délicates avec le Fonds monétaire international (FMI), et la Jamaïque a signé avec ce dernier un accord appelant à de douloureux ajustements. La majorité des pays dépend du tourisme. Cependant, comme le montre le tableau 6.1, les envois de fonds de la diaspora régionale constituent une part assez importante des revenus nationaux. En Haïti, ils atteignent même près d'un cinquième du PIB.

1. Le ratio dette publique/PIB a augmenté d'environ 15 points de pourcentage dans les Caraïbes entre 2008 et 2010 (FMI, 2013).

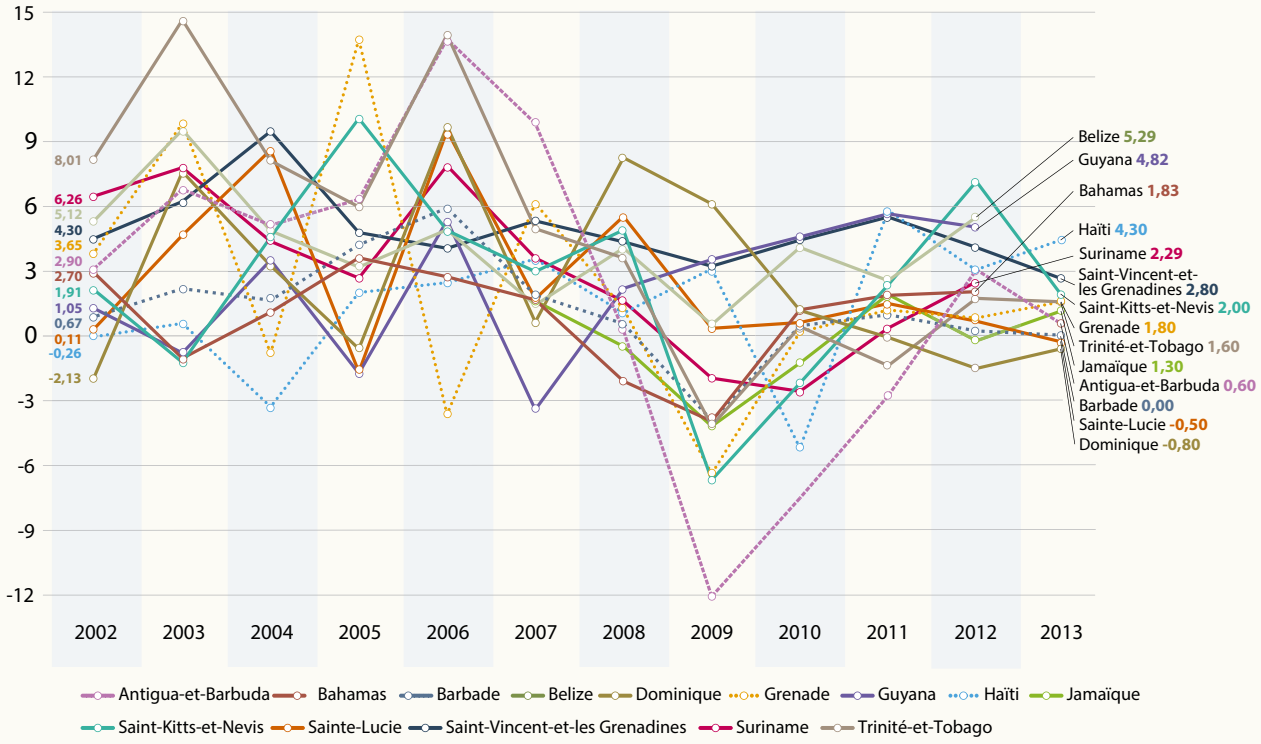
2. La région a perdu près de 3,5 % de son PIB après la faillite du groupe CL Financial en janvier 2009. Ce groupement d'assureurs avait investi dans l'immobilier et dans d'autres actifs vulnérables, profitant d'un cadre réglementaire défaillant. Le groupe était actif dans tous les pays de la CARICOM, à l'exception d'Haïti et de la Jamaïque. Le PIB de la Trinité-et-Tobago, où se trouvait son siège social, a chuté de 12 % (FMI, 2013).

Tableau 6.1 : **Indicateurs socioéconomiques des États membres de la CARICOM, 2014 ou année la plus proche**

	Population, 2014 (en milliers)	Croissance démographique, 2014 (% annuel)	PIB par habitant, 2013 (en dollars PPA)	Taux de chômage, 2013 (%)	Inflation, prix à la consommation, 2013 (%)	Ratio dette publique/PIB, 2012 (%)	Envois de fonds, 2013 (en millions de dollars	Principaux secteurs	Accès à Internet, 2013 (%)	Abonnements de téléphonie mobile, 2013 (%)
Antigua-et-Barbuda	91	1,0	20 977	–	1,1	97,8	21	Tourisme	63,4	127,1
Bahamas	383	1,4	23 102	13,6	0,4	52,6	–	Tourisme	72,0	76,1
Barbade	286	0,5	15 566	12,2	1,80	70,4	82	Tourisme	75,0	108,1
Belize	340	2,3	8 442	14,6	0,7	81,0	74	Exportation de marchandises (agroalimentaire et pétrole)	31,7	52,9
Dominique	72	0,5	10 030	–	0,0	72,3	24	Tourisme	59,0	130,0
Grenade	106	0,4	11 498	–	0,0	105,4	30	Tourisme	35,0	125,6
Guyana	804	0,5	6 551	11,1	1,8	60,4	328	Exportation de marchandises et tourisme	33,0	69,4
Haïti	10 461	1,4	1 703	7,0	5,9	–	1 780	Agriculture	10,6	69,4
Jamaïque	2 799	0,5	8 890	15,0	9,3	143,3	2 161	Exportation de marchandises et tourisme	37,8	100,4
Montserrat	5	–	–	–	–	–	–	Tourisme	–	–
Saint-Kitts-et-Nevis	55	1,1	20 929	–	0,7	144,9	51	Tourisme	80,0	142,1
Sainte-Lucie	184	0,7	10 560	–	1,5	78,7	30	Tourisme	35,2	116,3
Saint-Vincent-et-les Grenadines	109	0,0	10 663	–	0,8	68,3	32	Tourisme	52,0	114,6
Suriname	544	0,9	16 266	7,8	1,9	18,6	7	Exportation de marchandises (énergie, bauxite/alumine) et tourisme	37,4	127,3
Trinité-et-Tobago	1 344	0,2	30 349	5,8	5,2	35,7	126[-2]	Exportation de marchandises (énergie)	63,8	144,9

Source : Pour les statistiques démographiques, Département des affaires économiques et sociales de l'ONU (2013), *Perspectives de la population mondiale : révision de 2012* ; pour le PIB et les données associées, Banque mondiale, Indicateurs du développement dans le monde, février 2015 ; pour la dette publique, Banque mondiale, Indicateurs du développement dans le monde, et FMI (2013) ; pour l'accès à Internet et les abonnements à la téléphonie mobile, Union internationale des télécommunications, FMI (2013) ; pour les envois de fonds, Banque mondiale, Indicateurs du développement dans le monde, février 2015 ; pour le type d'économie, CEPALC.

Figure 6.1 : **Croissance économique dans les États membres de la CARICOM, 2002-2013** (%)



Source : Banque mondiale, Indicateurs du développement dans le monde, janvier 2015.

Malgré les contraintes financières, la région a considérablement investi dans les technologies de l'information et de la communication (TIC) ces dernières années. Au Suriname, par exemple, la connectivité Internet est passée de 21 % à 37 % entre 2008 et 2013, et à la Trinité-et-Tobago, de 35 % à 64 %. En 2013, près des trois quarts des habitants de la Barbade et des Bahamas étaient connectés. Les abonnements à la téléphonie mobile se sont multipliés encore plus vite, y compris à Haïti, où la connectivité Internet stagne à moins de 10 %. Ces tendances offrent de nouveaux débouchés pour les entreprises et aident les scientifiques à développer la collaboration internationale et intrarégionale.

Des économies vulnérables axées sur le tourisme

L'économie de la région, basée sur le tourisme, est fragile. Elle ne s'est pas diversifiée et reste vulnérable aux caprices de Dame Nature (figures 6.2 et 6.3). Ainsi, des vents d'une force très inférieure à celle d'un ouragan ont dévasté les économies modestes de Sainte-Lucie, de la Dominique et de Saint-Vincent-et-les Grenadines en décembre 2013. En 2012, deux ouragans ont frappé Haïti alors que l'économie commençait tout juste à se remettre du séisme ravageur de janvier 2010, qui avait détruit une grande partie de la capitale Port-au-Prince, tué plus de 230 000 personnes et privé 1,5 million d'habitants de leur foyer. En 2014, plus de 60 000 personnes vivaient encore dans des camps. L'essentiel de l'aide au relogement reçue a servi à la construction d'hébergements temporaires conçus pour durer trois à cinq ans (Caroit, 2015).

Comme le montre la figure 6.3, le risque encouru par la plupart des pays de la CARICOM d'être frappés chaque année par un ouragan s'élève à au moins 10 %. Même une simple tempête peut réduire la croissance d'environ 0,5 % du PIB, selon le FMI (2013).

La région aurait beaucoup de mal à faire face à une catastrophe météorologique majeure, ce qui explique pourquoi elle devrait prendre plus au sérieux l'adaptation au changement climatique. La question est d'autant plus urgente que, d'après le Conseil mondial des voyages et du tourisme, les Caraïbes, région la plus touristique au monde, sont appelées à devenir la destination touristique la plus dangereuse entre 2025 et 2050. Le Centre sur le changement climatique de la Communauté des Caraïbes (CCCCC), qui a son siège au Belize, a reçu de la CARICOM la mission suivante[3] :

- Intégrer des stratégies d'adaptation au changement climatique dans les programmes de développement durable des États membres de la CARICOM ;
- Promouvoir la mise en œuvre de mesures d'adaptation spécifiques pour remédier aux principales vulnérabilités de la région ;
- Favoriser les mesures de réduction des émissions de gaz à effet de serre en limitant l'utilisation des combustibles fossiles, en les préservant et en adoptant des sources d'énergie renouvelables et plus propres ;

3. Voir www.caribbeanclimate.bz/ongoing-projects/2009-2021-regional-planning-for-climate-compatible-development-in-the-region.html.

- Encourager les mesures visant à réduire la vulnérabilité des systèmes naturels et humains des pays de la CARICOM aux répercussions de l'évolution du climat ;

- Soutenir les mesures offrant des avantages sociaux, économiques et environnementaux par le biais d'une gestion avisée des forêts sur pied dans les pays de la CARICOM.

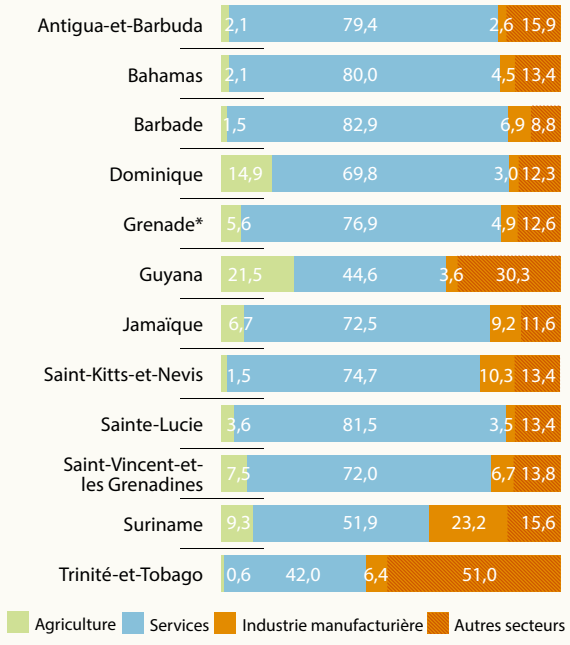
Le CCCCC a élaboré un plan de mise en œuvre pour 2011-2021 et s'est employé à évaluer et à renforcer les capacités relatives à l'atténuation du changement climatique et aux stratégies de développement résilient. Il a été aidé en cela par les experts de la région, qui ont modélisé le changement climatique et les processus d'atténuation dans les États des Caraïbes et qui exercent une fonction de conseil décisive auprès des services ministériels compétents, tels que le Ministère jamaïcain de l'eau, du territoire, de l'environnement et du changement climatique, dont les attributions ont été étoffées en ce sens[4].

Dans le même temps, les coûts énergétiques élevés ont des conséquences néfastes sur la compétitivité économique et le coût de la vie (figure 6.4). En 2008, un budget de plus de 14 milliards de dollars des États-Unis a été consacré à l'importation de combustibles fossiles, qui fourniraient plus de 90 % de l'énergie consommée dans la CARICOM. Les machines nécessaires à la production de ce type d'électricité sont également obsolètes et inefficaces, et leur exploitation coûte cher. Consciente de cette vulnérabilité, la CARICOM a élaboré une politique énergétique (CARICOM, 2013), approuvée en 2013, qui s'accompagne d'une *Feuille de route et stratégie sur l'énergie durable* (C-SERMS). En vertu de cette politique, les sources d'énergie renouvelables devront contribuer à la production d'électricité totale des États membres à hauteur de 20 % en 2017, de 28 % en 2022 et de 47 % en 2027. Un instrument comparable est à l'étude dans le secteur des transports.

En juillet 2013, lors de la première phase de mise en œuvre de la C-SERMS, les parties concernées ont participé à un forum sur la mobilisation des ressources organisé par le Secrétariat de la CARICOM avec le soutien de la Banque interaméricaine de développement (BID) et de l'Agence allemande de coopération internationale (GIZ). Depuis, la BID a accordé à l'Université des Indes occidentales (UWI) une subvention de plus de 600 000 dollars des États-Unis pour renforcer les capacités en matière de technologies énergétiques durables dans la région. Il s'agit notamment d'avoir recours aux TIC pour la gestion de l'énergie et la formation aux technologies énergétiques durables, en insistant sur une mobilisation accrue des femmes. La participation de géants tels que General Electric, Philips et Scottish Development Corporation est de bon augure pour les transferts de technologie. La région présente un potentiel considérable en matière d'énergie hydroélectrique, géothermique, éolienne et solaire qui, une fois pleinement exploité (et non sporadiquement, comme c'est le cas à l'heure actuelle), pourrait transformer la résilience énergétique des pays

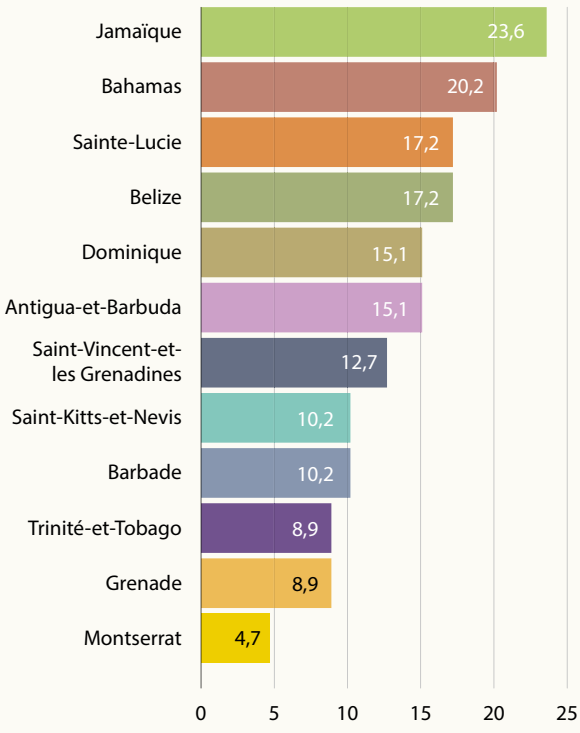
4. Voir www.mwh.gov.jm.

Figure 6.2 : **PIB par secteur économique dans les États membres de la CARICOM, 2012**



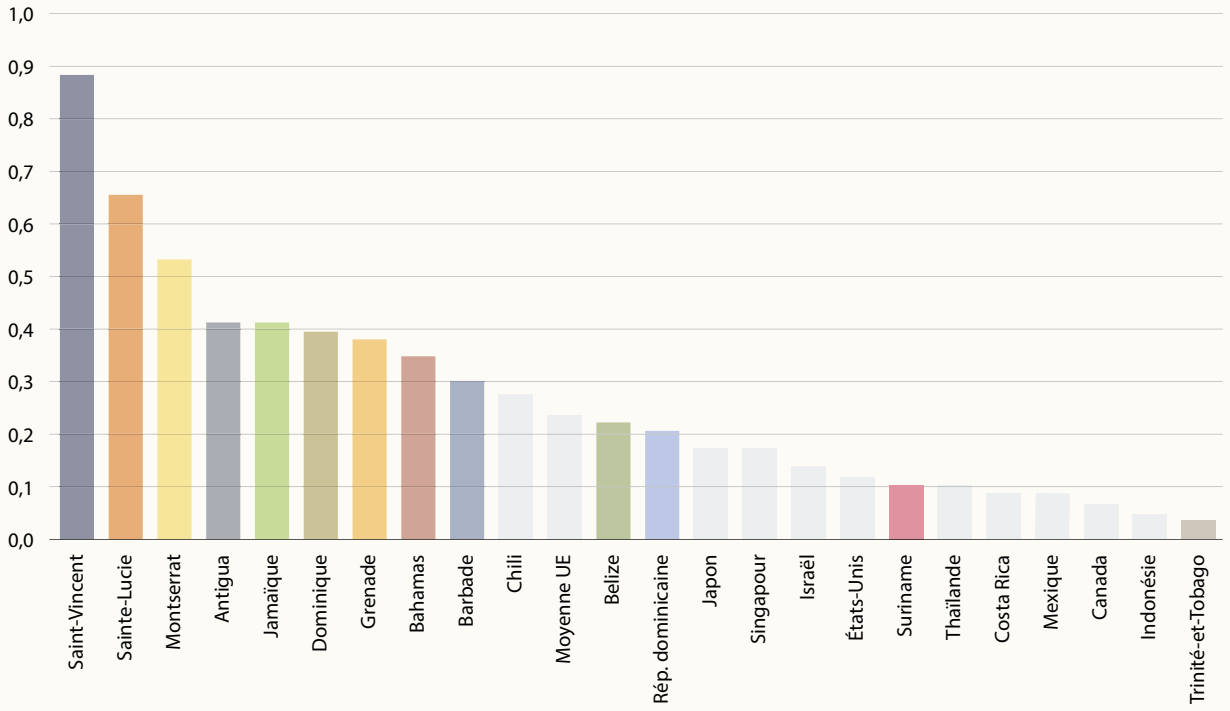
* Pour la Grenade, les données sont celles de 2011.
Remarque : Aucune donnée n'était disponible pour Haïti et Montserrat.
Source : Banque mondiale, Indicateurs du développement dans le monde, septembre 2014.

Figure 6.3 : **Probabilité qu'un ouragan frappe les pays des Caraïbes au cours d'une année donnée, 2012 (%)**



Source : FMI (2013).

Figure 6.4 : **Coûts de l'électricité pour les États membres de la CARICOM, 2011**
Coût domestique du kWh en dollars des États-Unis ; les données des autres pays et régions sont indiquées à titre de comparaison



Source : FMI (2013).

de la CARICOM. Certaines de ces ressources sont peu exploitées. L'un des problèmes associés à la production d'électricité à partir de sources pétrolières tient au fait que les machines de la région sont obsolètes, inefficaces, et coûtent cher à l'exploitation. Pour y remédier, la Jamaïque a autorisé la construction de nouvelles centrales électriques alimentées au gaz.

Les efforts consentis par les pays de la CARICOM pour adopter des technologies énergétiques durables contribuent à la mise en œuvre du Programme d'action pour le développement durable des petits États insulaires en développement (adopté à la Barbade en 1994[5], puis révisé à Maurice en 2005 et à Samoa en 2014).

L'union fait la force : la nécessité de développer le régionalisme

Les Caraïbes courent le risque d'être laissées pour compte, à moins de pouvoir s'adapter à une économie mondiale de plus en plus fondée sur le savoir, conséquence de plusieurs phénomènes convergents. Le premier d'entre eux est la faible reprise des pays développés après la crise, associée au ralentissement de la croissance des pays en développement, qui oblige les économies des Caraïbes à réduire leur dépendance aux sources de capitaux étrangers et aux marchés traditionnels. Deuxième phénomène : la fluidification des marchés, favorisée, d'une part, par les progrès dans le domaine des TIC, de l'industrie manufacturière et de l'automatisation et, d'autre part, par la réduction des obstacles au commerce et des coûts de transport. Cette évolution incite les entreprises du monde entier à étendre leur capacité de production sur différents sites afin de créer des chaînes de valeur internationales. D'après la Conférence des Nations Unies sur le commerce et le développement, 80 % des exportations mondiales de biens et services reposeraient désormais sur des échanges entre multinationales. Ce qui suscite un quatrième phénomène : la création de mégamarchés, à l'image du projet d'accord régional de libre-échange connu sous le nom d'« accord de partenariat transpacifique », qui concerne différents pays des Amériques, d'Asie et du Pacifique sud[6] (CARICOM, 2014).

Quelle place les Caraïbes occupent-elles dans ce nouveau tableau international ? Pour reprendre les mots prononcés par Ralph Consalves, Premier Ministre de Saint-Vincent-et-les Grenadines et ancien président de la CARICOM, à l'occasion du 40e anniversaire de la Communauté des Caraïbes en 2013, « Il est évident pour tout responsable capable de discernement que notre région aura beaucoup plus de mal à relever les immenses défis auxquels elle est et sera confrontée si nos gouvernements et nos peuples n'adhèrent pas fermement à un régionalisme plus mûr et plus poussé. »

Le *Plan stratégique pour la Communauté des Caraïbes 2015-2019* est la réponse de la CARICOM aux phénomènes décrits plus haut (CARICOM, 2014). Premier en son genre dans la région, il vise à redéfinir la position des Caraïbes dans une économie mondiale

5. Voir http://www.unesco.org/new/fr/natural-sciences/priority-areas/sids.

6. Ont participé aux négociations jusqu'à présent : l'Australie, le Brunei Darussalam, le Canada, le Chili, les États-Unis, le Japon, la Malaisie, le Mexique, la Nouvelle-Zélande, le Pérou, Singapour et le Viet Nam.

toujours plus volatile. L'objectif général est double : stimuler la capacité de production des entreprises nationales et corriger le décalage actuel entre les formations et les connaissances théoriques et pratiques spécialisées qu'exige le marché, afin de doper la croissance et de combattre la hausse du chômage, en particulier chez les jeunes. Le plan décrit des stratégies visant à promouvoir l'innovation et la créativité, l'entrepreneuriat, la maîtrise de l'outil informatique et l'inclusion, ainsi qu'à optimiser les ressources disponibles.

Le plan vise principalement à renforcer la résilience socioéconomique, technologique et environnementale des Caraïbes. À l'exception du Guyana, du Suriname et de la Trinité-et-Tobago, qui disposent d'importantes réserves d'hydrocarbures ou de minerais, la plupart des États sont de petite taille et possèdent des ressources naturelles trop limitées pour soutenir un développement économique rapide. Ils devront dès lors trouver d'autres moyens de créer des richesses. Les deux principaux facteurs qui, selon le plan, permettront d'améliorer la résilience des Caraïbes sont une politique étrangère commune (en vue d'une mobilisation efficace des ressources) et la R&D et l'innovation. Le plan projette de s'appuyer sur des actions de plaidoyer pour collecter des fonds en faveur de la R&D des entreprises auprès de sources publiques et privées, de créer un cadre législatif propice à la R&D et à l'innovation, de recenser les possibilités de coopération et de concevoir des programmes scolaires nationaux qui stimulent, favorisent et récompensent ces deux secteurs.

La stratégie cible les domaines suivants pour doper la croissance économique :

- Les industries de la création, de la transformation et des services, en commençant par le tourisme ;
- Les produits à valeur ajoutée et issus des ressources naturelles, en encourageant l'intégration de la production ;
- L'agriculture, la pêche et le développement des exportations, afin de réduire la dépendance à l'importation de denrées alimentaires et de soutenir une pêche durable en améliorant la gestion et la conservation des coopératives et en développant l'aquaculture ;
- La mobilisation des ressources ;
- Les TIC ;
- Les infrastructures et services de transport aérien et maritime, afin de faciliter la mobilité des marchandises et des services et de favoriser la compétitivité internationale ;
- L'efficacité énergétique, la diversification et la réduction des coûts liés à l'énergie, y compris le développement d'autres sources d'énergie, en vue d'atteindre l'objectif fixé par la CARICOM d'une part de 20 % de sources renouvelables en 2017, en facilitant les partenariats public-privé, conformément à la *Politique énergétique* 2013 et à la *Feuille de route et stratégie sur l'énergie durable de la CARICOM* (C-SERMS) qui l'accompagne.

TENDANCES EN MATIÈRE DE GOUVERNANCE DE LA STI

Le plan de la CARICOM reflète les aspirations nationales

Des élections sont normalement prévues dans huit pays de la CARICOM en 2015, et dans les autres pays entre 2016 et 2019. Si les résultats des scrutins ne contrecarrent pas le *Plan stratégique pour la Communauté des Caraïbes 2015-2019* et si ce dernier est mené à bien dans son intégralité, il devrait offrir un bon cadre de développement à la STI dans la région.

Le point important ici est que les aspirations collectives recensées par le *Plan stratégique* pour 2019 coïncident avec celles des principaux plans nationaux. Ainsi, la *Vision 2020* de la Trinité-et-Tobago (2002), la *Vision 2030* de la Jamaïque (2009) et le *Plan stratégique* de la Barbade pour 2005-2025 partagent la même aspiration à atteindre le développement socioéconomique, la sécurité, la résilience aux crises environnementales, et à développer la STI pour améliorer le niveau de vie. À l'instar du *Plan stratégique pour la Communauté des Caraïbes*, ces plans nationaux accordent une importance centrale à la STI pour la réalisation de ces aspirations.

Un programme du *Plan-cadre des Nations Unies pour l'aide au développement* (PNUAD) vient compléter ces efforts. Le PNUAD se scinde en cinq programmes (pour le Belize, le Guyana, la Jamaïque, le Suriname et la Trinité-et-Tobago) d'une part, et d'autre part en un programme infrarégional pour la Barbade et les petits États membres de la CARICOM regroupés au sein de l'Organisation des États des Caraïbes orientales (Kahwa *et al.*, 2014). Ces programmes s'appuient sur les documents nationaux de planification stratégique pour élaborer des plans d'action adaptés aux priorités nationales et fondés sur un processus consultatif mené à l'échelle nationale.

Antigua-et-Barbuda, les Bahamas, le Belize, le Guyana, la Jamaïque, Sainte-Lucie et la Trinité-et-Tobago ont soit énoncé leurs propres politiques de science et technologie (S&T) soit recensé et ciblé certains domaines prioritaires tels que les TIC. Il existe dans chacun de ces pays une commission nationale ou un ministère en charge de la science et de la technologie, le Belize s'étant doté en plus d'un Conseil scientifique auprès du Premier Ministre[7] (tableau 6.2).

Certains pays ont élaboré une feuille de route pour la STI. C'est le cas notamment de la Jamaïque, dont la feuille de route, partant du consensus national de la *Vision 2030*, inscrit la STI au cœur des activités nationales de développement. Elle fait suite à la nécessité, établie par la réforme du secteur public jamaïcain, de consolider les institutions de R&D publiques ou aidées par l'État sur le plan opérationnel. Les gains d'efficacité et l'innovation accélérée ainsi obtenus doivent aider la Jamaïque à acquérir le statut de pays développé d'ici 2030.

Il est urgent de cartographier la recherche et l'innovation

Ainsi que le reconnaissent le *Plan stratégique pour la Communauté des Caraïbes 2015-2019*, la *Feuille de route de la Jamaïque pour la science, la technologie et l'innovation* et un rapport commandé

7. Voir www.pribelize.org/PM-CSA-Web/PM-CSA-Statement-Members.pdf.

Tableau 6.2 : **Aperçu de la gouvernance de la STI dans les États membres de la CARICOM, 2015**

	Entité responsable de la politique de STI	Autres entités concernées	Document de planification stratégique (année d'adoption)	Principal objectif du plan	Prix national (année) et entité responsable	Politique de STI (année d'adoption)	Priorités de la politique de STI en matière de R&D	Plan d'action/de mise en œuvre de la STI
Antigua-et-Barbuda	Ministère de l'éducation, de la science et de la technologie							
Suriname	Ministère du travail et du développement technologique							
Dominique	Ministère de l'information, des sciences, des télécommunications et des technologies	Conseil scientifique et technologique national						
Bahamas	Ministère de l'éducation, de la science et de la technologie	Commission des Bahamas pour l'environnement, la science et la technologie	Plan de développement national Vision 2040 (en préparation)					
Grenade	Ministère des communications, des travaux publics, du développement physique, des services publics et des TIC	Conseil scientifique et technologique national	*Plan de développement stratégique national* (2007)	Transformation nationale par l'innovation, la créativité et l'entreprise				
Saint-Vincent-et-les Grenadines	Ministère des affaires étrangères, du commerce extérieur et des technologies de l'information	National Centre of Technological Innovation Inc.	*Plan national de développement économique et social 2013-2025* (2013)	Améliorer la qualité de vie de tous				
Barbade	Ministère de l'éducation, de la science, de la technologie et de l'innovation	Conseil national de la science et de la technologie	*Plan stratégique 2006-2025*	Une société pleinement développée, socialement juste et compétitive à l'échelle mondiale	Concours national de l'innovation (2003), Conseil national de la science et de la technologie			
Sainte-Lucie	Ministère du développement durable, de l'énergie, des sciences et technologies	Conseil scientifique et technologique national	Vision nationale en préparation	Création d'emplois selon le principe « à vie locale, travail local » et par le développement du tourisme	Prix de l'innovation du Premier Ministre, Chambre du commerce, de l'industrie et de l'agriculture	En préparation		
Belize	Ministère de l'énergie, de la science, de la technologie et des services publics	Conseil scientifique du Premier Ministre	*Vision Horizon 2030* (2010-2030)	Résilience, développement durable et qualité de vie élevée pour tous		Oui, 2012	Énergie et renforcement des capacités en STI	
Guyana	Bureau du Président	Conseil national de recherche scientifique	*Stratégie nationale de développement* (1997)	Renforcer les capacités nationales à réaliser des programmes de développement		Oui, 2014	Soutenir les programmes de développement dans différents secteurs	
Trinité-et-Tobago	Ministère de la science, de la technologie et de l'enseignement supérieur	Institut national de l'enseignement supérieur, de la recherche, de la science et de la technologie	*Vision 2020* (2002)	Statut de pays développé en 2020	Prix de l'ingéniosité scientifique du Premier Ministre (2000)	Oui, 2000	Renforcer la compétitivité industrielle et le développement humain	
Jamaïque	Ministère de la science, de la technologie, de l'énergie et de l'exploitation minière	Commission nationale de la science et de la technologie	*Vision 2030* (2009)	Statut de pays développé en 2030	Prix nationaux de l'innovation (2005), Conseil de recherche scientifique	Oui, 1960	Exploitation efficace des ressources naturelles	*Feuille de route de la STI* (2012)

Source : Compilation des auteurs.

par le bureau de l'UNESCO à Kingston (Kahwa *et al.*, 2014), la politique régionale en matière de STI doit absolument :

- Procéder à la collecte systématique des données de STI et à une analyse scientométrique en vue d'étayer les décisions ;
- Prendre des décisions fondées sur des faits probants et concevoir et mettre en œuvre une politique de STI ;
- Recenser les politiques de STI existantes et les cadres juridiques connexes, ainsi que leur impact sur l'ensemble des secteurs économiques nationaux et régionaux.

En novembre 2013, l'UNESCO a publié *Mapping Research and Innovation in the Republic of Botswana*, premier document d'une série qui dresse le profil de la STI dans différents pays, à l'aide de données et d'analyses sectorielles associées à un inventaire des institutions compétentes, du cadre juridique en place et des instruments d'action nationaux (UNESCO, 2013). En présentant une analyse approfondie de la situation, ces cartographies aident les pays à concevoir des stratégies fondées sur les faits qui corrigeront les faiblesses structurelles et amélioreront le suivi de leur système national d'innovation. C'est précisément d'une cartographie de ce genre dont les Caraïbes ont besoin. Les gouvernements de la région seront condamnés à tâtonner dans le noir aussi longtemps qu'ils n'auront pas mené une analyse aussi rigoureuse de l'état et du potentiel de la STI à l'échelle nationale. Pour Kahwa *et al.* (2014), la méconnaissance actuelle du cadre de la STI dans les Caraïbes est aggravée par la faiblesse des capacités institutionnelles de recherche et par l'inadéquation de la collecte, de l'analyse et du stockage des données importantes, y compris pour les indicateurs de performance.

Le manque de données sur la STI, un problème persistant

Le bureau sous-régional pour les Caraïbes de la Commission économique des Nations Unies pour l'Amérique latine et les Caraïbes (CEPALC) relevait dès 2003 le manque persistant d'indicateurs de STI dans les Caraïbes et l'impact négatif qui en résultait sur l'élaboration des politiques, la planification économique et la capacité des États de la région à évaluer et à relever efficacement les défis exigeant une application innovante de la STI. La même année, la CEPALC a abordé ce problème en rédigeant un *manuel pour la compilation d'indicateurs scientifiques et technologiques dans les Caraïbes*[8].

Par ailleurs, l'Institut de statistique de l'UNESCO a publié plusieurs guides destinés aux pays en développement, dont le plus récent est le *Guide pour la conduite d'une enquête de R&D : À destination des pays commençant à mesurer la recherche et le développement expérimental*[9] (2014). Il a également organisé en 2011 un séminaire à la Grenade visant à aider les pays de la CARICOM à répondre aux enquêtes statistiques sur la STI dans le respect des normes internationales. Pourtant, malgré les efforts déployés par l'UNESCO et la CEPALC, la Trinité-et-Tobago était toujours le seul pays de la CARICOM à fournir des données sur la R&D en 2014. Selon la CEPALC, la collecte et l'analyse d'indicateurs de performance relatifs à STI demeurent problématiques dans les Caraïbes, malgré les instances compétentes existantes, car ce travail fait rarement partie de leurs attributions. Il existe ainsi :

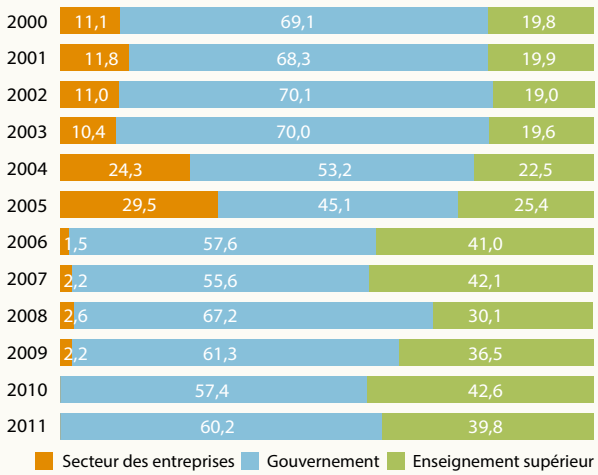
- Le Conseil de recherche scientifique en Jamaïque (créé en 1960), rattaché au Ministère de l'industrie, de la technologie, de l'énergie et du commerce, qui dispose d'une filiale baptisée Marketech Limited et d'une subdivision, l'Institut de technologie agroalimentaire ;
- L'Institut de recherche industrielle des Caraïbes à la Trinité-et-Tobago (créé en 1970) ;
- L'Institut des sciences appliquées et des techniques (autrefois Centre national de recherche scientifique) au Guyana (créé en 1977), qui, à en croire son site Internet, renaît après une longue période de déclin.

Il est difficile de dire pourquoi la Trinité-et-Tobago est le seul pays de la CARICOM à déclarer ses données de R&D, mais des problèmes de collecte de données entrent peut-être en ligne de compte. En Jamaïque, l'UWI a conclu un partenariat avec l'Association des producteurs jamaïcains en vue de déterminer la nature et le niveau de l'activité de R&D, ainsi que les besoins insatisfaits, tout du moins dans le secteur manufacturier. La collecte des données a commencé en 2014. Il est prévu d'étendre l'étude à la Trinité-et-Tobago, où les rapports récents sur l'activité de R&D industrielle ne sont pas encourageants. Selon ces données, celle-ci aurait nettement régressé depuis quelques années (figure 6.5), ce qui peut être lié à la chute de l'activité de R&D dans le secteur du sucre.

Un sous-investissement chronique dans la R&D

La faible croissance économique des Caraïbes ces dernières années n'a guère contribué à stimuler la STI ou à approfondir sa participation à la résolution des difficultés économiques. Même la Trinité-et-Tobago, plus riche, ne consacrait que 0,05 % de son PIB à la R&D (2012).

Figure 6.5 : **DIRD par secteur d'activité à la Trinité-et-Tobago, 2000-2011**



Source : Institut de statistique de l'UNESCO.

8. Voir www.cepal.org/publicaciones/xml/3/13853/G0753.pdf.

9. Voir http://www.uis.unesco.org/ScienceTechnology/Pages/guide-to-conducting-rd-surveysFR.aspx.aspx.

Ce sous-investissement ne date cependant pas d'hier. Comme le déplorait dès 2004 le vice-président de l'UWI, le professeur E. Nigel Harris, dans son discours d'entrée en fonction, « si nous n'investissons pas dans la science et la technologie, nous ne franchirons jamais de limites dans le domaine du développement durable. Nous courons même le risque de périr dans les tranchées du sous-développement. » À l'époque, la Trinité-et-Tobago bénéficiait d'une croissance économique confortable de 8 % par an, qui a même culminé deux ans plus tard à près de 14 %. Pour autant, le pays n'a consacré que 0,11 % de son PIB à la R&D en 2004, et moins encore (0,06 %) en 2006. Les mauvais résultats économiques ne peuvent donc pas expliquer à eux seuls le très faible engagement des gouvernements de la CARICOM dans la STI.

Dynamiser la culture de la recherche, une nécessité

La nécessité de développer une culture de la recherche plus dynamique et plus répandue constitue l'un des plus grands défis auxquels font face les pays de la CARICOM. S'il existe certainement des niches d'excellence, il faut néanmoins encourager plus de monde à suivre leur passion pour la recherche. Les scientifiques eux-mêmes doivent faire un pas de géant pour passer d'une science d'un bon niveau à une science de haut niveau.

Malgré des fonds limités, l'Académie des sciences des Caraïbes, créée en 1988, s'efforce d'assurer la visibilité internationale des scientifiques de la région en organisant des conférences bisannuelles pour faire connaître les recherches menées dans les Caraïbes. Elle travaille également en étroite collaboration avec des institutions similaires telles que le Réseau interaméricain des académies des sciences ou le Groupe interacadémies.

Le Conseil des Caraïbes pour la science et la technologie, une instance intergouvernementale, fait également de son mieux pour fournir un soutien aux scientifiques de la région, mais il continue de souffrir des « difficultés opérationnelles » décelées en 2007 (Mokhele, 2007). Les ressources humaines et financières nécessaires pour atteindre les objectifs du Conseil ne se sont pas matérialisées.

Nouvelle encourageante, les prix nationaux de l'innovation connaissent un renouveau : les candidats concourent pour recevoir des prix et attirer l'attention des investisseurs, dans l'espoir d'obtenir un capital-risque et de pouvoir approfondir le développement de leur produit avec des chercheurs universitaires et d'autres parties intéressées. De tels concours ont été organisés[10] en Jamaïque, à la Barbade et à la Trinité-et-Tobago. Ces manifestations sont prises au sérieux par les innovateurs. La visibilité et le montant du prix (allant de 2 500 dollars É.-U. environ à 20 000 dollars É.-U. en Jamaïque, en fonction des fonds disponibles) semblent être une bonne motivation. Les prix sont souvent remis par de hauts dirigeants lors de galas élégants.

10. À la Barbade, le Concours national d'innovation (créé en 2003) est régi par le Conseil national de la science et de la technologie. En Jamaïque, le Conseil de recherche scientifique gère les prix nationaux de l'innovation scientifique et technologique institués en 2005.

Cibler la jeunesse pour développer l'excellence

L'Académie des sciences pour le monde en développement (TWAS) a ouvert un bureau régional pour l'Amérique latine et les Caraïbes qui décerne cinq prix annuels au meilleur scientifique de la région. Les Caraïbes ne se sont pas encore illustrées au tableau d'honneur. L'Académie élit également chaque année les cinq meilleurs jeunes scientifiques de la région ; à ce jour, un seul des lauréats était originaire des Caraïbes. La route est donc encore longue pour parvenir à l'excellence.

L'important, à ce stade, est de se concentrer sur les jeunes chercheurs. Le Ministère de la jeunesse et des sports de Sainte-Lucie l'a bien compris : il a mis en place des bourses nationales pour les jeunes chercheurs comportant un prix d'excellence en matière d'innovation et de technologie.

Les jeunes chercheurs sont également devenus une priorité pour deux des quatre organisations régionales des Caraïbes, la Fondation des Caraïbes pour la science et Cariscience.

Cariscience est un réseau de scientifiques créé en 1999 en tant qu'ONG affiliée à l'UNESCO. Bête de somme de la région, ce réseau a organisé au cours des quatre dernières années plusieurs conférences s'adressant à de jeunes chercheurs, ainsi que des conférences publiques et des universités d'été pour les futurs étudiants d'université dans des secteurs de pointe tels que la génétique et les nanosciences. En 2014, il a repoussé ses limites en dirigeant un séminaire sur l'entrepreneuriat technologique dans les Caraïbes à Tobago, avec le concours stratégique du Centre international pour la coopération Sud-Sud dans le domaine des sciences, de la technologie et de l'innovation[11] (ISTIC) en Malaisie. Fait notable, le discours d'introduction a été prononcé par Keith Mitchell, Premier Ministre de la Grenade et Premier Ministre responsable de la science et de la technologie au sein de la CARICOM.

Créée en 2010, la Fondation des Caraïbes pour la science a choisi une voie originale : elle est devenue une entreprise privée[12], dotée d'un conseil d'administration. En quelques années seulement, elle a déjà lancé deux programmes qui visent l'un et l'autre à faire découvrir l'innovation et la résolution de problèmes aux étudiants de talent.

Le premier d'entre eux est le programme Étudiant pour l'innovation scientifique et technique, dans le cadre duquel est organisée une université d'été annuelle de quatre semaines, très intense, à l'intention des meilleurs élèves de l'enseignement secondaire des Caraïbes qui s'intéressent à la science et à l'ingénierie. Lancé en 2012, ce programme a rencontré un succès notable.

Le second programme est le Challenge Sagicor des visionnaires, coparrainé par la Fondation des Caraïbes pour la science, Sagicor Life Inc. (une société locale proposant des services financiers) et le Conseil des examens des Caraïbes. Ce challenge organise dans les établissements d'enseignement secondaire des ateliers

11. Fondé en 2008, l'ISTIC œuvre sous l'égide de l'UNESCO.

12. La Fondation des Caraïbes pour la science devait initialement s'attacher à encourager les liens entre universités et industries. Toutefois, la plupart des industries des pays de la CARICOM n'ont pas d'unité de R&D et n'investissent même pas dans ce domaine. Les économies restent essentiellement mercantiles. Il faudra du temps pour que cette culture change, ce qui explique que la fondation s'intéresse aux jeunes pendant ce temps.

stimulants incitant les élèves et leurs enseignants à explorer des idées d'innovation et des moyens d'améliorer l'enseignement des matières scientifiques et des mathématiques. Il vise à encourager les élèves à trouver des solutions efficaces, innovantes et durables aux difficultés qu'ils rencontrent. Le programme comporte également un volet mentorat et l'organisation de concours.

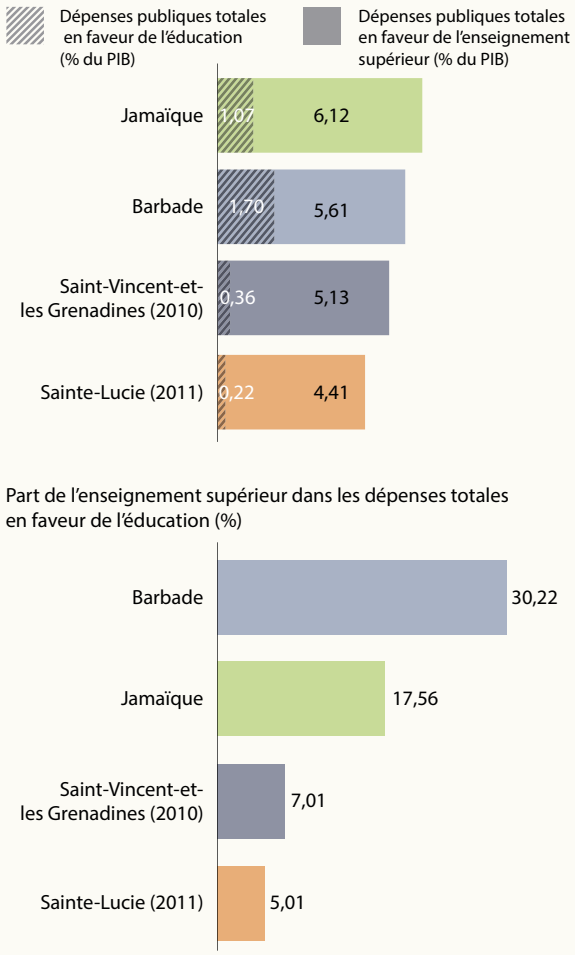
Améliorer la coordination pour éviter les doubles emplois

Si quatre organisations régionales semblent un nombre suffisant pour desservir une population d'environ 7 millions d'habitants, les activités n'ont en général pas été coordonnées jusqu'à présent. Cela permettrait pourtant d'éviter les doubles emplois et de renforcer la coopération. Fort de ce constat, Keith Mitchell a créé en janvier 2014 un Comité de la science, de la technologie et de l'innovation de la CARICOM, qui a pour mission de collaborer avec les instances régionales existantes au lieu de les concurrencer. Ses objectifs sont les suivants :

- Recenser et hiérarchiser les centres d'intérêt relatifs à la science et à l'ingénierie en vue d'un développement régional ;
- Présenter des projets ;
- Travailler en étroite collaboration avec tous les organismes régionaux qui mettront en œuvre ces projets ;
- Faciliter le financement des projets ;
- Conseiller le Premier Ministre responsable de la S&T au sein de la CARICOM.

Le Comité est actuellement composé de six membres, plus un représentant de la diaspora travaillant pour le Massachusetts Institute of Technology aux États-Unis. Une réunion ministérielle de haut niveau est prévue en 2015.

Figure 6.6 : **Dépenses publiques en faveur de l'éducation, 2012 ou année la plus proche**



Source : Institut de statistique de l'UNESCO.

TENDANCES EN MATIÈRE D'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR

L'engagement en faveur de l'enseignement supérieur laisse à désirer

Selon les données disponibles, les pays de la CARICOM consacrent 4 à 6 % de leur PIB à l'éducation (figure 6.6), ceux comptant des universités à soutenir ayant tendance à dépenser davantage que les autres. Ce niveau est comparable à ceux que l'on rencontre en Afrique du Sud (6,6 %), en Allemagne (5,1 %), au Brésil (5,8 %) ou en France (5,7 %).

Toutefois, les dépenses en faveur de l'enseignement supérieur sont controversées, au motif que ce dernier coûte cher et engloutit une part importante du budget consacré à l'éducation (18 % en Jamaïque, 30 % à la Barbade) au détriment des postes consacrés à la petite enfance et à l'enseignement secondaire. Cherchant à rééquilibrer ses dépenses pour l'éducation, le gouvernement jamaïcain a réduit son aide à l'UWI, laquelle a réagi en générant plus de 60 % de ses revenus pour l'année universitaire 2013-2014. La Barbade prend la même direction, malgré des oppositions internes, et la Trinité-et-Tobago devrait en faire autant.

Le succès du campus de Mona

Des quatre campus de l'UWI, celui de Mona, en Jamaïque, s'est révélé le plus résilient. Il a été le premier à mettre en place des dispositifs de financement innovants pour l'enseignement supérieur : en 1999-2000, les 17 gouvernements contributeurs des Caraïbes assuraient près de 65 % de ses recettes ; en 2009/2010, le chiffre était descendu à 50 %, et il était de 34 % pour 2013-2014. Le campus de Mona a instauré des mesures de limitation des coûts et de nouvelles sources de revenus en demandant des frais de scolarité supplémentaires pour les filières les plus demandées, comme la médecine (depuis 2006), le droit (2009) et les sciences de l'ingénieur (2012), et en créant des activités commerciales telles que l'externalisation de processus métiers et la prestation de services payants.

Le campus a ainsi pu consacrer 4,3 % de ses recettes à l'aide aux étudiants, destinée dans 75 % des cas à des étudiants en médecine dans le besoin. De même, il dépense 6 à 8 % de ses recettes annuelles en R&D. C'est peu comparé aux universités nord-américaines, qui consacrent 18 à 27 % de leur budget à la R&D, mais cela devrait néanmoins permettre d'aider le pays à mettre au point un système national d'innovation efficace. La création d'une unité de mobilisation des ressources, le Bureau de la recherche et de l'innovation de Mona, devrait aider le campus à trouver des financements extérieurs pour ses bourses et à commercialiser les innovations nées de son programme de R&D. Le campus de Mona a par ailleurs conclu des partenariats public-privé pour résoudre ses difficultés d'ordre infrastructurel, dont la construction récente de logements étudiants et le développement de ressources d'eau potable constituent de bons exemples. Le campus est ainsi devenu une institution plus viable et plus compétitive qu'il y a dix ans : une réussite exemplaire.

Une marginalisation croissante des femmes à mesure qu'elles s'élèvent dans la hiérarchie

Le très petit nombre de femmes accédant au sommet de la hiérarchie universitaire constitue l'un des problèmes non résolus de la région. Ce phénomène est manifeste à l'Université des Indes occidentales, où la proportion de femmes diminue à mesure que l'on s'élève dans la hiérarchie, depuis le bas de l'échelle universitaire (les chargés de cours, par exemple, où elles sont majoritaires) vers le haut de l'échelle (maîtres de conférence, professeurs, etc.) où elles sont très minoritaires (figure 6.7). L'équilibre pourrait être rétabli en laissant aux membres féminins du corps universitaire assez de temps pour se consacrer à la recherche. Il est important ici de reconnaître l'existence du problème, pour que l'on puisse déterminer les causes de ce déséquilibre et rectifier la situation.

TENDANCES EN MATIÈRE DE PRODUCTIVITÉ SCIENTIFIQUE

La production scientifique de la Grenade progresse rapidement

Pendant des années, la Jamaïque, la Trinité-et-Tobago et la Barbade ont dominé les publications scientifiques, en raison de la présence sur leur territoire des campus de l'Université des Indes occidentales (figures 8 et 9). De nos jours, cependant, la suprématie de l'UWI a été quelque peu érodée par l'augmentation impressionnante d'articles spécialisés en provenance de la Grenade. Ce phénomène est en grande partie dû à l'Université de Saint-Georges, qui produit près de 94 % des publications scientifiques du pays. Alors que ce dernier n'avait publié que six articles dans les revues internationales suivies par la plateforme de recherche Web of Science de Thomson Reuters en 2005, on en dénombrait 77 en 2012. Avec cette envolée, la Grenade a détrôné la Barbade et le Guyana, devenant le troisième producteur de publications de réputation internationale dans les Caraïbes, derrière la Jamaïque et la Trinité-et-Tobago. Si l'on s'en réfère au nombre de publications pour 100 000 habitants (figure 6.9), la forte productivité de la Grenade saute aux yeux. Il est tout à fait remarquable qu'un pays des Caraïbes sans palmarès antérieur dans la recherche ait fait de tels progrès sur la scène internationale.

L'essor de l'Université de Saint-Georges à la Grenade au cours de ces 10 dernières années a été spectaculaire. Fondée en 1976 par une loi lui conférant le statut d'école de médecine offshore, l'université a créé des programmes de premier, deuxième et troisième cycle en 1993. Malgré son emplacement dans un petit État insulaire sans antécédents dans la recherche, elle est devenue un centre de recherche prometteur en un peu plus de dix ans.

Les Bahamas et Saint-Kitts-et-Nevis, où la production scientifique augmente aussi régulièrement, devraient s'inspirer de l'exemple de la Grenade. Les Bahamas n'avaient publié que cinq articles en 2006, contre 23 en 2013. La plupart proviennent du Collège des Bahamas, mais d'autres institutions ont également contribué. Saint-Kitts-et-Nevis peut compter sur l'Université Ross pour la médecine vétérinaire et les disciplines associées ; la production est passée d'un seul article en 2005 à 15 en 2013.

Les publications dans le domaine de la santé émanent aussi bien d'écoles de médecine et d'hôpitaux universitaires que de ministères et de centres de recherche publics (encadré 6.1). La production des centres de recherche agricole depuis 2005 est très faible en comparaison. Dans la plupart des pays de la CARICOM, l'agriculture représente moins de 4 % du PIB (figure 6.2), à l'exception notable du Suriname (9 %), de la Dominique (15 %) et, surtout, du Guyana (22 %). Mais, même dans ce cas, les articles à ce sujet sont rares. Ce manque d'investissement et de production dans la R&D agricole pourrait poser des problèmes de sécurité alimentaire dans une région qui est encore un importateur net de denrées alimentaires.

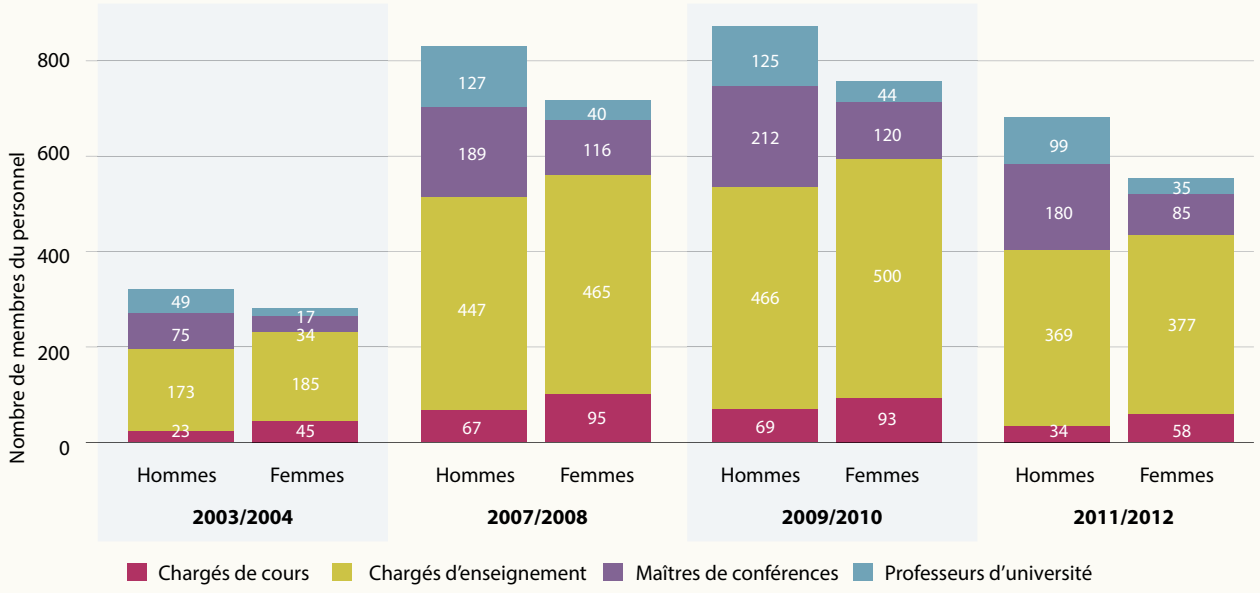
Bien que les publications de recherche de centres de R&D non universitaires et non liés à la santé ne soient pas nombreuses, ces entités rendent de précieux services. Le Conseil de recherche scientifique de la Jamaïque travaille dans le domaine de la gestion des eaux usées et fournit des services d'information sur des thèmes tels que l'énergie renouvelable, l'éducation, les services de soutien aux industries et l'élaboration de produits naturels à partir de plantes locales. L'Institut de recherche industrielle des Caraïbes de la Trinité-et-Tobago facilite la recherche sur le changement climatique et fournit un soutien industriel à la R&D en matière de sécurité alimentaire, en plus de l'essai d'équipements et de l'étalonnage pour de grandes industries[13]. Les bureaux de normalisation de Sainte-Lucie[14] et de Saint-Vincent-et-les Grenadines conçoivent et gèrent les normes. Ils assurent également le contrôle de la qualité et la conformité des produits, ainsi que la surveillance de l'environnement.

Autre difficulté : le faible niveau de collaboration intrarégionale. Les États-Unis sont le premier collaborateur des pays de la CARICOM. Plus de 80 % des articles attribués à la Grenade ont pour coauteurs des collaborateurs des États-Unis, et pour près de 20 %, des chercheurs iraniens. La plus forte concentration de collaboration intrarégionale se trouve en Jamaïque, qui compte la Trinité-et-Tobago au quatrième rang de ses collaborateurs. Le cadre d'innovation de la CARICOM doit créer un mécanisme encourageant la collaboration intrarégionale. Le campus de Mona de l'UWI a ainsi mis en place un petit programme de subventions pour soutenir les propositions de R&D de qualité provenant de collaborateurs régionaux.

13. Voir www.cariri.com.

14. Voir www.slbs.org.lc.

Figure 6.7 : **Répartition hommes-femmes du personnel de l'Université des Indes occidentales, année universitaire 2009/2010**
Par niveau d'affectation



Source : Statistiques officielles de l'UWI et communication du Bureau de planification.

Encadré 6.1 : L'Institut de recherche sur la médecine tropicale : une oasis dans le désert des politiques publiques

L'Institut de recherche sur la médecine tropicale (TMRI) dépend de l'Université des Indes occidentales (UWI) et étend son champ d'activité à l'ensemble des Caraïbes. Il a vu le jour en 1999 suite à la fusion de l'Unité de recherche sur le métabolisme tropical et de l'Unité de recherche sur la drépanocytose* sur le campus de Mona, en Jamaïque.

Le nouvel institut s'est prévalu de son mandat pour créer une nouvelle entité, l'Unité de recherche en épidémiologie, et prendre sous son aile le Centre de recherche sur les maladies chroniques (CDRC) sur le campus de l'UWI à Cave Hill, à la Barbade.

Les projets de recherche à long terme du TMRI sont plutôt bien financés, grâce aux financements compétitifs que le personnel a obtenus d'organismes variés au cours des 10 dernières années : les Instituts nationaux de la santé (États-Unis), le Fonds national pour la santé (Jamaïque), le Conseil de recherche sur la santé dans les Caraïbes (devenu l'Agence de santé publique des Caraïbes), la fondation Wellcome Trust, la Commission européenne, Grands Défis Canada et le Fonds CHASE (Jamaïque).

Tous les articles publiés par le TMRI depuis 2000 ont été financés par ces organismes. La productivité a culminé à 38 articles en 2011, avant de redescendre à 15 en 2014, au même niveau qu'en 2006. Bien que peu fréquentes, les publications sont d'excellente qualité, comme en témoignent les contributions régulières à des revues influentes telles que *Science*, *Nature* et *The Lancet*. Le nombre d'articles spécialisés publiés par le TMRI étant environ trois fois plus important que ceux des revues prestigieuses analysées par la base de données de Thomson Reuters, la productivité dans des revues influentes pourrait grimper en flèche.

Le départ de deux chercheurs principaux a pesé sur la productivité. Toutefois, après avoir investi dans un système de mentorat, le TMRI intensifie la collaboration entre instituts et continue d'attirer des financements considérables. Une telle recette ne devrait pas manquer de neutraliser les répercussions négatives de ces départs.

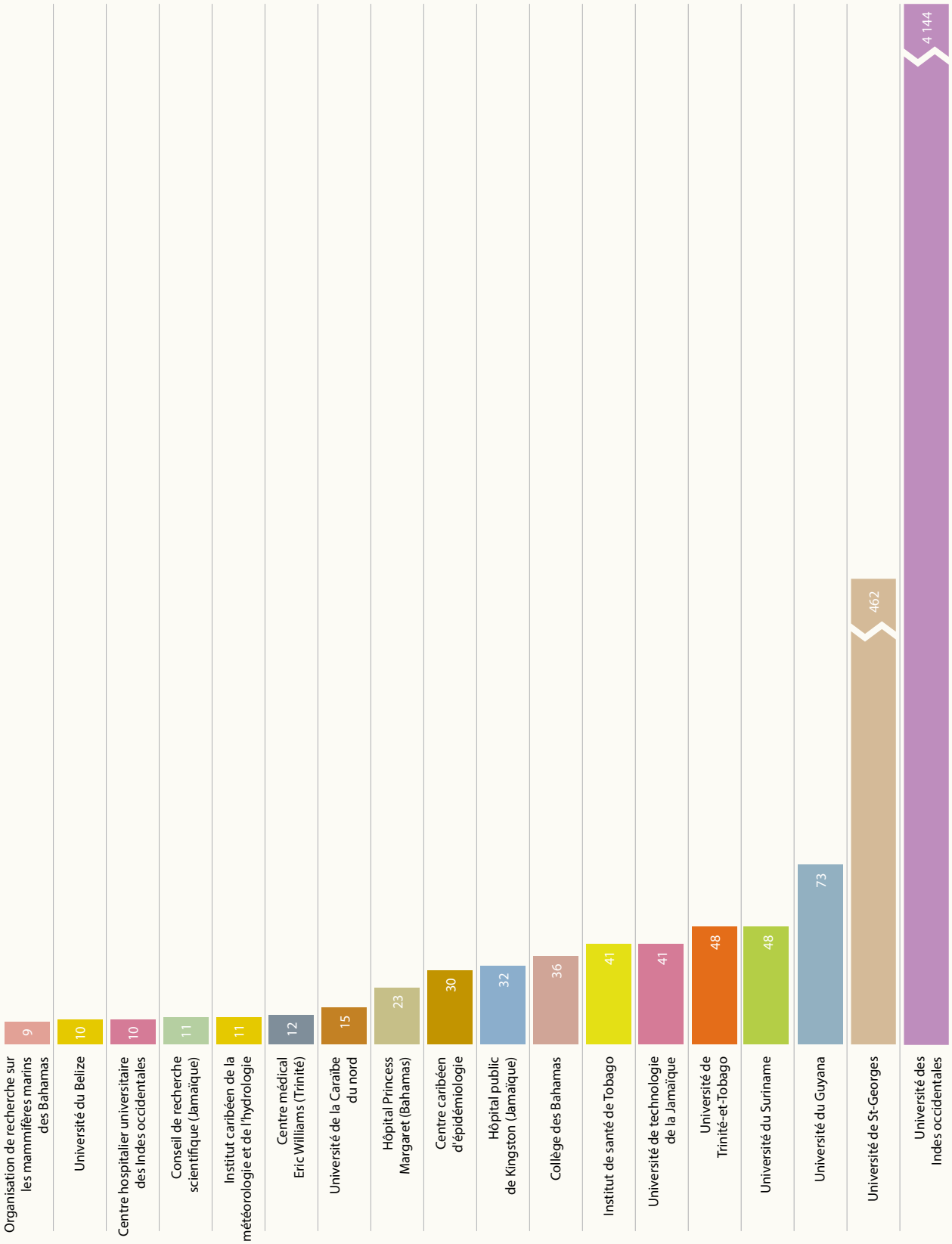
Le TMRI a bâti une culture de recherche de haut niveau en offrant des possibilités de mentorat à de jeunes chercheurs prometteurs (par le biais de fonctions postdoctorales), avec un personnel de soutien compétent, notamment du personnel infirmier de recherche, des médecins, des statisticiens et des techniciens en équipement. Des processus très rigoureux de recrutement et d'avancement de carrière sont également en place.

De toute évidence, le TMRI est une oasis de réussite dans le désert caribéen des politiques de STI. Il a réussi à se détacher du milieu national de la recherche, défaillant, pour créer dans ce domaine un programme compétitif sur le plan international. D'autres entités de R&D n'ont pas été aussi avisées, et elles continueront d'accuser du retard aussi longtemps qu'elles persisteront à s'inscrire uniquement dans des cadres d'action nationaux dysfonctionnels ou inexistants.

Source : Auteurs.

** Jusqu'en 1999, l'Unité de recherche sur la drépanocytose était financée par le Conseil britannique de recherche médicale (BMRC). L'Unité de recherche sur le métabolisme tropical a été rattachée à l'UWI en 1970 après son transfert du BMRC.*

Figure 6.8 : **Articles spécialisés rédigés par des scientifiques des Caraïbes, par institution, 2001-2013**



Source : Science Citation Index Expanded, plateforme de recherche Web of Science de Thomson Reuters.

Encadré 6.2 : **Bio-Tech R&D Institute Ltd valorise les plantes médicinales locales**

Bio-Tech R&D Institute Ltd (BTRI) est une société privée de R&D fondée par le Dr Henry Lowe en 2010 dans l'objectif de devenir une entreprise de biotechnologies de premier plan en Jamaïque et dans les Caraïbes en général. Ses recherches visent principalement à isoler des composants purs pour le développement de candidats pour le traitement du cancer, du VIH/sida et du diabète, entre autres maladies chroniques.

Les recherches de l'entreprise ont abouti à la découverte et à la validation de plusieurs plantes médicinales jamaïcaines et de leurs produits. C'est le cas notamment de *Tillandsia recurvata* (les Filles de l'air), de *Guaiacum officinale (Lignum vitae)* et de l'espèce des *Vernonia*. En février 2012, BTRI a commencé à commercialiser sept produits nutraceutiques et une gamme d'infusions sur le marché national. Ces découvertes ont donné lieu à plusieurs publications, dont six dans des revues suivies par la base de données de Thomson Reuters, et à autant de brevets*. Les formulations des produits nutraceutiques sont réalisées selon les normes les plus strictes dans un établissement approuvé par le Secrétariat aux produits alimentaires et pharmaceutiques des États-Unis (FDA).

En octobre 2014, le Dr Lowe et son équipe ont publié un article dans la revue *European Journal of Medicinal Plants* après avoir découvert que des extraits exclusifs de la variété jamaïcaine de l'anamu empêchaient la survie du virus du VIH. Le Dr Lowe a déclaré au *Jamaican Observer* à l'époque que si ces constatations venaient à se confirmer, elles pourraient également influer sur le traitement d'autres maladies virales, comme le chikungunya ou Ebola. Fin 2014, il a attiré l'attention de la communauté internationale en lançant une entreprise (Medicanja) chargée d'effectuer des recherches et d'exploiter des variétés de chanvre cultivé en vue d'applications médicales potentiellement rentables.

BTRI emploie une douzaine de jeunes titulaires d'un doctorat ou d'un master, qui font preuve de beaucoup d'enthousiasme et qui ont su mettre en place une collaboration efficace avec des laboratoires établis sur place et à l'étranger, notamment à l'UWI et à l'Université du Maryland (États-Unis). La société a renforcé sa collaboration avec l'UWI, où elle a installé un laboratoire de R&D ultramoderne et où elle prête ses compétences en entrepreneuriat en vue de la commercialisation des produits de la propriété intellectuelle de l'université.

Si BTRI bénéficiait à l'origine du soutien financier de la Fondation pour la santé environnementale, une société à but non lucratif fondée par Henry Lowe, elle vit désormais des recettes de la vente de ses propres produits. L'entreprise ne reçoit aucun financement public.

BTRI a obtenu des résultats remarquables au cours de ses cinq premières années d'existence. Henry Lowe lui-même a été décoré de la Médaille nationale de la science et de la technologie par le gouvernement de la Jamaïque en 2014.

Cette réussite exemplaire montre qu'un entrepreneur animé d'une vision peut apporter à un pays et à une région le leadership qui fait cruellement défaut en matière de R&D, même en l'absence de politiques publiques efficaces. Il est possible que ces dernières évoluent dans un avenir proche, à présent que les réalisations de BTRI ont attiré l'attention de l'élite politique.

Source : Auteurs.

** Voir http://patents.justia.com/inventor/henry-lowe et www.ehfjamaica.com/pages/bio-tech-rd-institute-limited*

Apparition de sociétés privées de R&D

Des sociétés locales privées de recherche voient également le jour, à l'image du Bio-Tech R&D Institute (encadré 6.2). Cariscience a admis ce dernier parmi ses membres à une époque où certains départements universitaires peinent à remplir les critères d'adhésion. C'est une évolution majeure du paysage scientifique, car elle signifie que les recherches de haut niveau ne sont plus l'apanage des universités, des laboratoires gouvernementaux et des organismes étrangers.

« Inventé par l'UWI »

La Jamaïque, la Trinité-et-Tobago et la Barbade se distinguent toutes les trois par leur activité de dépôt de brevets. La Jamaïque compte un groupe réduit mais en augmentation d'inventeurs locaux revendiquant la propriété de brevets auprès de l'Office de la propriété intellectuelle. Une des inventions locales qui a ainsi été commercialisée est liée à une série de trois brevets sur la technologie de simulation de chirurgie cardiaque[15] de l'UWI, dont la licence a été concédée à une société des États-Unis après de nombreuses expérimentations dans des écoles de chirurgie cardiaque de premier plan dans ce pays. Le simulateur de chirurgie cardiaque, qui s'appuie sur une combinaison de cœurs de porc prélevés à cet effet et sur un système de pompage électromécanique contrôlé par ordinateur pour simuler les battements du cœur, donne aux étudiants un bien meilleur aperçu des conditions réelles des opérations chirurgicales. Chaque unité produite portera l'étiquette « Inventé par l'UWI », ce qui devrait contribuer à améliorer l'image de spécialiste de la technologie de la région.

15. Numéros des brevets aux États-Unis : 8 597 874, 8 129 102 et 7 709 815 ; www.uspto.gov.

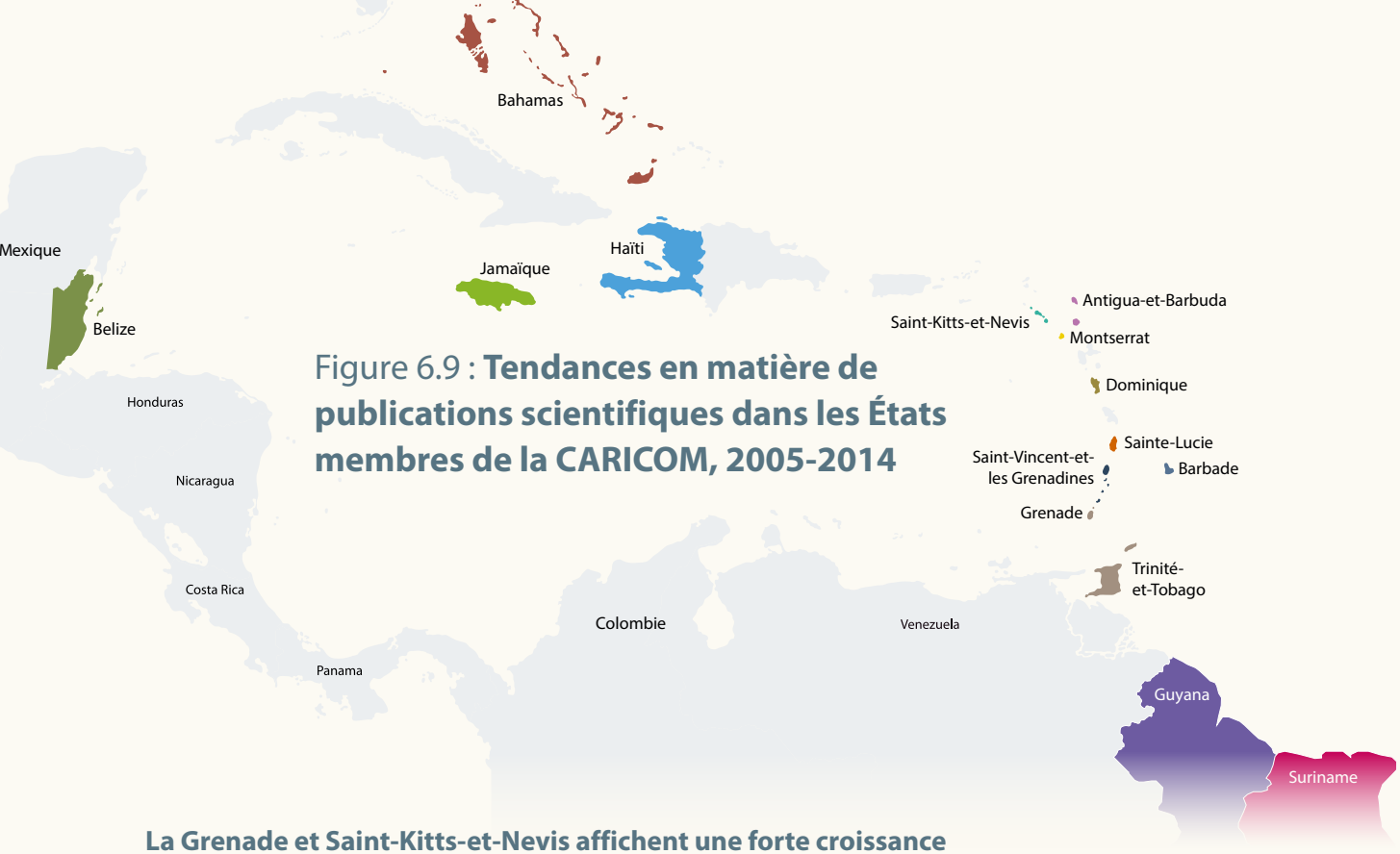
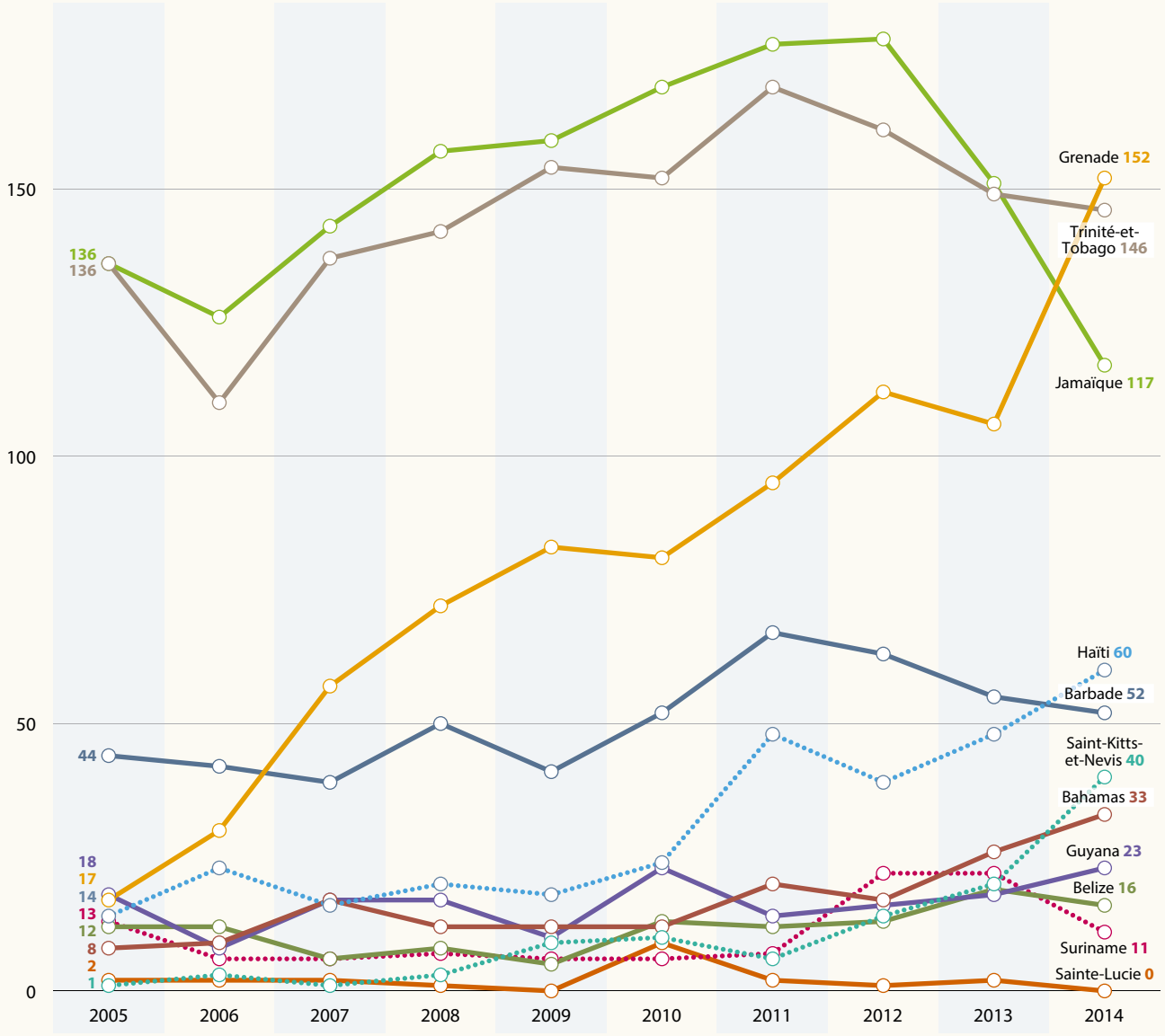


Figure 6.9 : **Tendances en matière de publications scientifiques dans les États membres de la CARICOM, 2005-2014**

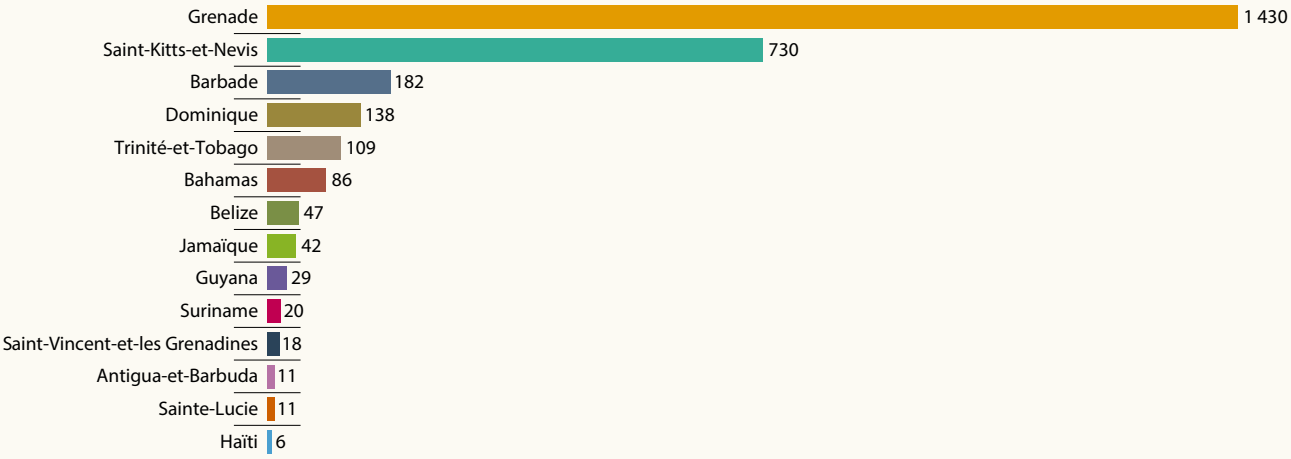
La Grenade et Saint-Kitts-et-Nevis affichent une forte croissance

Pays ayant publié plus de 15 articles entre 2008 et 2014



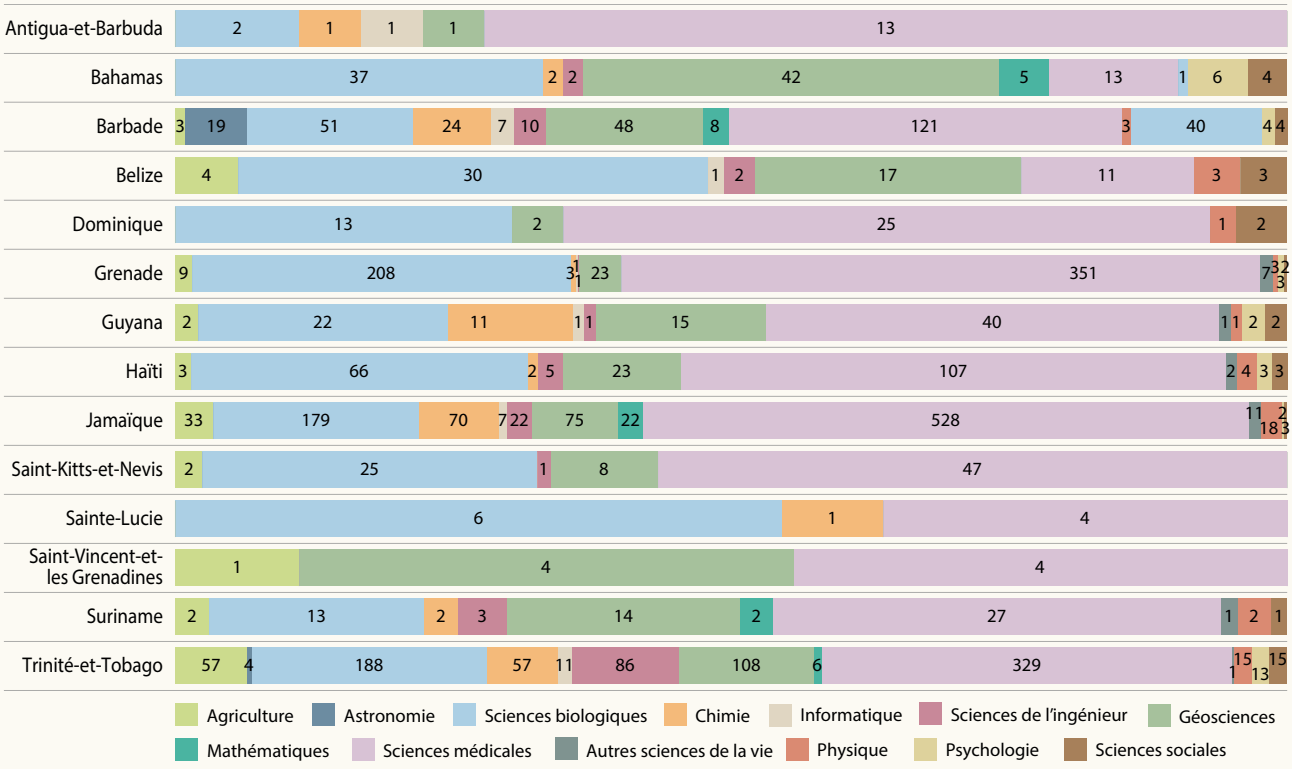
La Grenade affiche la production la plus intensive

Publications scientifiques par million d'habitants en 2014



Les États membres de la CARICOM publient essentiellement dans le domaine de la santé, conduits par la Grenade et la Jamaïque

Totaux cumulés, 2008-2014



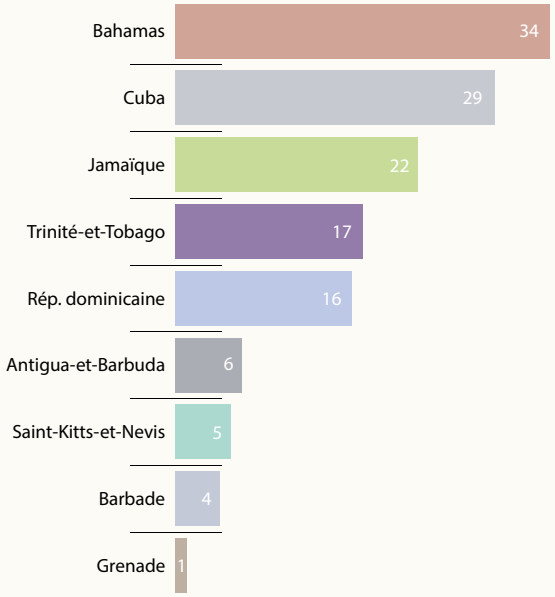
La Jamaïque et la Trinité-et-Tobago en partenariat étroit

Principaux partenaires des sept États membres de la CARICOM les plus prolifiques, 2008-2014 (nombre d'articles)

	1er partenaire	2e partenaire	3e partenaire	4e partenaire	5e partenaire
Bahamas	États-Unis (97)	Canada (37)	Royaume-Uni (34)	Allemagne (8)	Australie (6)
Barbade	États-Unis (139)	Royaume-Uni (118)	Canada (86)	Allemagne (48)	Belgique/Japon (43)
Grenade	États-Unis (532)	Iran (91)	Royaume-Uni (77)	Pologne (63)	Turquie (46)
Guyana	États-Unis (45)	Canada (20)	Royaume-Uni (13)	France (12)	Pays-Bas (8)
Haïti	États-Unis (208)	France (38)	Royaume-Uni (18)	Afrique du Sud (14)	Canada (13)
Jamaïque	États-Unis (282)	Royaume-Uni (116)	Canada (77)	Trinité-et-Tobago (43)	Afrique du Sud (28)
Trinité-et-Tobago	États-Unis (251)	Royaume-Uni (183)	Canada (95)	Inde (63)	Jamaïque (43)

Source : Plate-forme de recherche Web of Science de Thomson Reuters, Science Citation Index Expanded ; traitement des données par Science-Metrix.

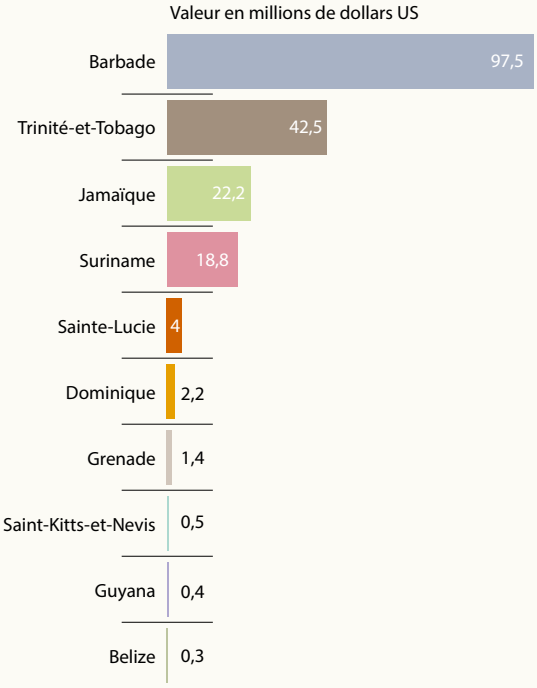
Figure 6.10 : **Brevets de l'USPTO délivrés à des pays des Caraïbes, 2008-2013**



Remarque : Un grand nombre de brevets sont imputés à la Barbade par les entreprises. Cependant, les inventeurs ayant souvent une adresse aux États-Unis, le brevet n'a pas nécessairement été accordé à la Barbade.

Source : USPTO.

Figure 6.11 : **Exportations de haute technologie par les États membres de la CARICOM, 2008-2013**



Source : Base de données Comtrade de la Division de statistique de l'Organisation des Nations Unies.

L'Office des brevets et des marques des États-Unis d'Amérique (USPTO) recense 134 brevets dans les États membres de la CARICOM pour la période 2008-2013, les principaux contributeurs étant les Bahamas (34), la Jamaïque (22) et la Trinité-et-Tobago (17). Voir la figure 6.10.

Des exportations de haute technologie dans quelques pays

Les exportations de haute technologie des Caraïbes sont modestes et sporadiques (figure 6.11). Il est toutefois intéressant de noter que la Barbade ne se contente pas de détenir une part non négligeable des brevets de la région ; elle enregistre également les plus importantes exportations de haute technologie, qui, de 5,5 millions de dollars des États-Unis en 2008, se sont stabilisées à 18-21 millions sur la période 2010-2013.

Près de 8 exportations de la Barbade sur 10 entre 2008 et 2013 concernaient soit des instruments scientifiques (42,2 millions de dollars É.-U.) soit la chimie (33,2 millions, hors produits pharmaceutiques). Elle a engrangé moins de revenus à partir des exportations de produits électroniques et de télécommunications (6,8 millions de dollars É.-U.) ou d'ordinateurs et d'équipements de bureau (7,8 millions de dollars É.-U.). Si la Trinité-et-Tobago était le premier exportateur régional de haute technologie en 2008 (36,2 millions de dollars É.-U.), le volume a chuté à 3,5 millions de dollars l'année suivante. Les recettes de la Jamaïque reculent également depuis 2008. En revanche, le Suriname a réussi à augmenter légèrement ses recettes d'exportation durant la même période.

CONCLUSION

Il est temps de procéder à une cartographie détaillée

Les petits pays de la CARICOM sont vulnérables à différents chocs économiques et environnementaux. Jusqu'à présent, ils ne sont pas parvenus à mettre en place et à mettre en œuvre des cadres stratégiques efficaces pour stimuler la STI. Par conséquent, les défis majeurs de la région en matière d'énergie, d'eau, de sécurité alimentaire, de tourisme durable, de changement climatique et de réduction de la pauvreté ne reçoivent pas des entreprises scientifiques le niveau de ressources nécessaire pour faire avancer les choses.

Il est encourageant de noter que la CARICOM s'est fixé une stratégie de développement régional à long terme, le *Plan stratégique pour la Communauté des Caraïbes 2015-2019*. En outre, l'engagement dans la STI est un élément décisif de la réussite de ce plan, ainsi d'ailleurs que de plusieurs documents de planification nationale, comme la *Vision 2020* de la Trinité-et-Tobago, la *Vision 2030* de la Jamaïque ou le *Plan stratégique de la Barbade pour 2005-2025*. Il faut à présent adopter des politiques qui rompent avec les déficits de mise en œuvre du passé et emploient efficacement la STI pour accélérer le processus de développement.

En dépit de l'absence de cadres stratégiques efficaces de STI et malgré un soutien public hésitant vis-à-vis de l'enseignement supérieur, il est réconfortant d'observer quelques éclaircies à l'horizon :

- En dix ans, la Grenade s'est imposée comme un contributeur régional de poids en matière de STI, en grande partie grâce à la productivité croissante de l'Université de Saint-Georges ;
- Le campus de l'UWI à Mona est parvenu à réduire sa dépendance vis-à-vis de financements publics en baisse en créant ses propres sources de revenus ;
- L'Institut de recherche sur la médecine tropicale de l'UWI continue de publier des articles de haute volée dans des revues internationales de premier plan ;
- Une petite entreprise privée de R&D, la Bio-Tech R&D Institute Limited, s'est hissée en cinq ans seulement sur la scène internationale en présentant des articles, des brevets et des produits commerciaux dont les ventes dégagent désormais des profits.

Ainsi que l'observait Kahwa (2003) il y a dix ans et comme le montrent les récents succès décrits plus haut, faute d'une politique publique solide visant à soutenir la STI et à l'inscrire dans le processus de développement national, ce sont les chercheurs eux-mêmes qui conçoivent des méthodes innovantes pour la stimuler. Il est grand temps que la région se lance dans une démarche de recensement détaillé des politiques de STI afin d'avoir un état des lieux précis de la situation actuelle.

Ce n'est qu'à cette condition que les pays pourront concevoir des politiques fondées sur des éléments probants qui proposent des stratégies crédibles pour augmenter les investissements dans la R&D, par exemple. Les conclusions de l'analyse de situation pourront être utilisées à diverses fins : mobiliser des ressources et un soutien stratégique en faveur de la STI ; cultiver la participation industrielle à la R&D en alignant les efforts consentis sur les besoins de l'industrie ; réformer ou fermer progressivement les institutions publiques de R&D les moins performantes ; étudier des solutions socialement et politiquement plus séduisantes pour récolter des fonds en faveur de la R&D ; aligner l'aide ou les prêts internationaux et multilatéraux sur les débouchés pertinents de la R&D ; et élaborer des protocoles de mesure et de récompense des succès individuels et institutionnels en matière de R&D. Avec des dirigeants aussi instruits aux commandes de la région, la tâche ne devrait pas être très difficile.

OBJECTIFS PRINCIPAUX DES ÉTATS MEMBRES DE LA CARICOM

- Élever la part des sources d'énergie renouvelables dans la production d'électricité totale des États membres de la CARICOM à 20 % à l'horizon 2017, à 28 % à l'horizon 2022 et à 47 % à l'horizon 2027 ;
- Augmenter, d'ici 2019, la part des échanges internes à la CARICOM dans les échanges intrarégionaux, qui oscille actuellement entre 13 et 16 %.

RÉFÉRENCES

CARICOM (2014) *Strategic Plan for the Caribbean Community: 2015-2019.* Secrétariat du Marché commun des Caraïbes.

CARICOM (2013) *CARICOM Energy Policy.* Secrétariat du Marché commun des Caraïbes.

Caroit, Jean-Michel (2015) À Haïti, l'impossible reconstruction, *Le Monde*, 12 janvier.

FMI (2013) *Caribbean Small States: Challenges of High Debt and Low Growth.* Fonds monétaire international, p. 4. Voir www.imf.org/external/np/pp/eng/2013/022013b.pdf.

Kahwa, I., Marius, A. et Steward, J. (2014) *Situation Analysis of the Caribbean: a Review for UNESCO of its Sector Programmes in the English- and Dutch-speaking Caribbean.* UNESCO : Kingston.

Kahwa, I. A. (2003) Developing world science strategies. *Science*, 302 : p. 1 677.

Mokhele, K. (2007) *Using Science, Technology and Innovation to Change the Fortunes of the Caribbean Region.* UNESCO et Comité directeur pour la science et la technologie de la CARICOM. UNESCO : Paris.

UNESCO (2013) *Mapping Research and Innovation in the Republic of Botswana.* Lemarchand, G.A. et Schneegans, S. (dir.). GOUSPIN Country Profiles in Science, Technology and Innovation Policy, vol. 1. UNESCO : Paris.

Harold Ramkissoon, né en 1942 à Trinité-et-Tobago, est mathématicien et professeur émérite à l'Université des Indes occidentales (Trinité-et-Tobago). Il est également président émérite de Cariscience. Il a reçu plusieurs prix, notamment la Médaille d'or Chaconia, la deuxième plus haute distinction nationale de Trinité-et-Tobago. Le professeur Ramkissoon est membre de l'Académie des sciences des Caraïbes, de l'Académie des sciences pour le monde en développement (TWAS) et membre correspondant de l'Académie des sciences de Cuba et de l'Académie des sciences du Venezuela.

Ishenkumba A. Kahwa, né en 1952 en Tanzanie, est titulaire d'un doctorat en chimie délivré par l'Université d'État de Louisiane (États-Unis). Il est actuellement directeur adjoint de l'Université des Indes occidentales (Jamaïque), après avoir occupé le poste de directeur du département de chimie de 2002 à 2008 et celui de doyen de la faculté des sciences et des technologies de 2008 à 2013. Le professeur Kahwa s'intéresse de près à la recherche et aux politiques environnementales, ainsi qu'aux interactions entre la société et l'ensemble science-technologie-innovation.

Plusieurs outils stratégiques ont été mis en place afin de mieux adapter les capacités endogènes de recherche aux besoins de l'ensemble de la société et du système productif. Ces efforts commencent à porter leurs fruits dans certains pays.

Guillermo A. Lemarchand



Un jeune homme issu du peuple Achuar (Équateur) tient une grenouille dans sa main. En Amérique latine, la recherche se concentre de plus en plus sur la pharmacologie, la biodiversité et la gestion durable des ressources naturelles.

Photo : © *James Morgan/Panos*

7. Amérique latine

Argentine, Brésil, Chili, Colombie, Costa Rica, Cuba, El Salvador, Équateur, État plurinational de Bolivie, Guatemala, Honduras, Mexique, Nicaragua, Panama, Paraguay, Pérou, République bolivarienne du Venezuela, République dominicaine, Uruguay

Guillermo A. Lemarchand

INTRODUCTION

Ralentissement du développement après une décennie prospère

L'Amérique latine comprend principalement des économies à revenu intermédiaire[1] présentant des niveaux de développement très élevés (Argentine, Chili, Uruguay et Venezuela), élevés ou moyens. Le Chili affiche le PIB par habitant le plus élevé et le Honduras le plus faible. Les inégalités au sein des pays figurent parmi les plus importantes au monde même si certaines améliorations ont été observées ces 10 dernières années. D'après la Commission économique des Nations Unies pour l'Amérique latine et les Caraïbes (CEPALC), les quatre pays affichant le niveau de pauvreté le plus bas sont le Honduras, le Brésil (voir à cet égard le chapitre 8 consacré au Brésil), la République dominicaine et la Colombie.

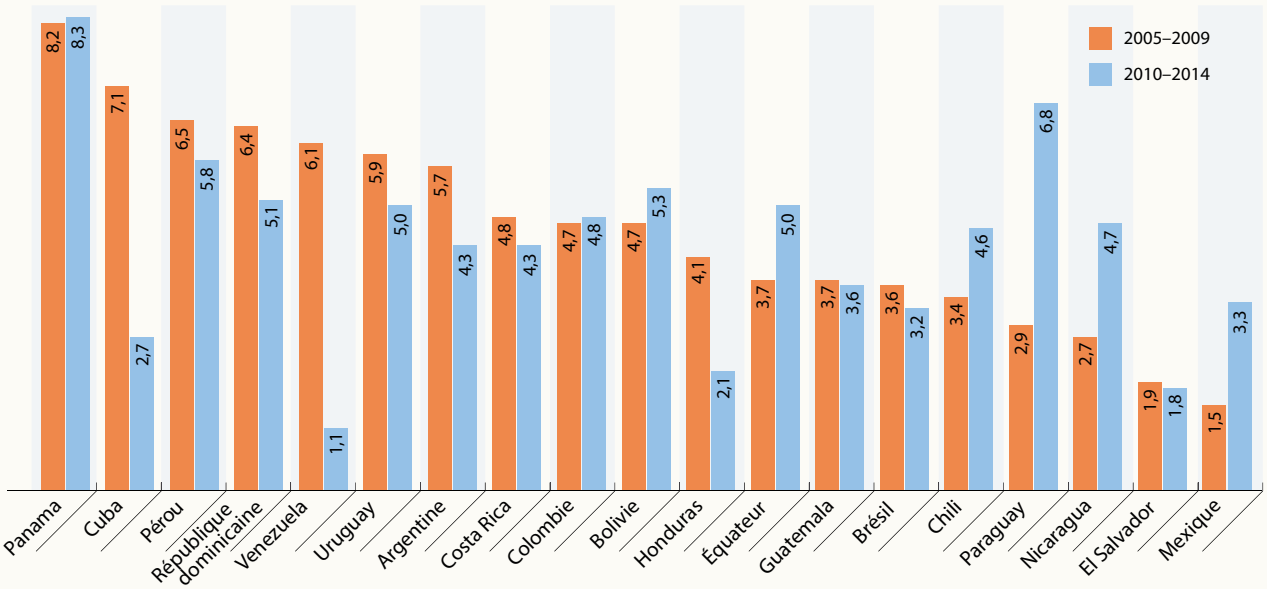
L'économie de la région n'a enregistré qu'une croissance de 1,1 % en 2014, signe révélateur d'une stagnation du PIB par habitant. Les chiffres préliminaires relatifs au premier trimestre 2015 suggèrent un ralentissement continu de l'activité depuis 2010, année qui marque la fin de la décennie du boom des matières premières (voir également la figure 7.1) ; il n'est d'ailleurs pas improbable que certaines grandes économies de la région enregistrent une contraction. Les prévisions misent sur une croissance régionale moyenne d'environ 0,5 % en 2015, mais ce chiffre masque de grandes variations : en effet, si l'Amérique du Sud est censée enregistrer un recul de 0,4 %, l'Amérique centrale et le Mexique sont susceptibles de connaître une croissance de 2,7 % (CEPALC, 2015a).

Les perspectives de l'Amérique centrale s'améliorent, grâce en partie à la croissance économique robuste de leur principal partenaire commercial, à savoir les États-Unis (voir chapitre 5), et à la baisse des prix du pétrole depuis la mi-2014. De plus, la baisse du prix des matières premières depuis la fin du boom en 2010 devrait accorder un répit aux pays d'Amérique centrale et des Caraïbes qui en sont des importateurs nets. L'économie du Mexique, qui dépend par ailleurs de la performance de l'Amérique du Nord, semble ainsi plus dynamique. Les réformes actuelles des secteurs de l'énergie et des télécommunications, en particulier, sont susceptibles de stimuler la croissance en Amérique latine à moyen terme. Les prévisions de croissance sont toutefois revues à la baisse pour les pays d'Amérique du Sud qui exportent des matières premières. Les pays dont le PIB dépend fortement de ce type d'exportation sont, dans l'ordre, le Venezuela, puis l'Équateur et la Bolivie, et enfin le Chili et la Colombie.

La situation de certains pays andins, à savoir le Chili, la Colombie et le Pérou, est comparativement enviable, mais elle risque d'être de courte durée si les prévisions de recul de la croissance se confirment. La croissance au Paraguay, qui se relève de la grave sécheresse de 2012, est également forte, tandis qu'en Uruguay elle est plus modérée.

1. L'Argentine et la République bolivarienne du Venezuela affichent un taux d'inflation élevé depuis quelques années. Cependant, le taux de change « officiel » est demeuré stable, d'où de possibles distorsions des valeurs du PIB réel par habitant exprimé en dollars des États-Unis. Pour plus d'informations à cet égard, voir CEPALC (2015a).

Figure 7.1 : **Tendances en matière de croissance du PIB en Amérique latine, 2005-2009 et 2010-2014**



Remarque : Les données relatives à Cuba couvrent les périodes 2005 à 2009 et 2010 à 2013.

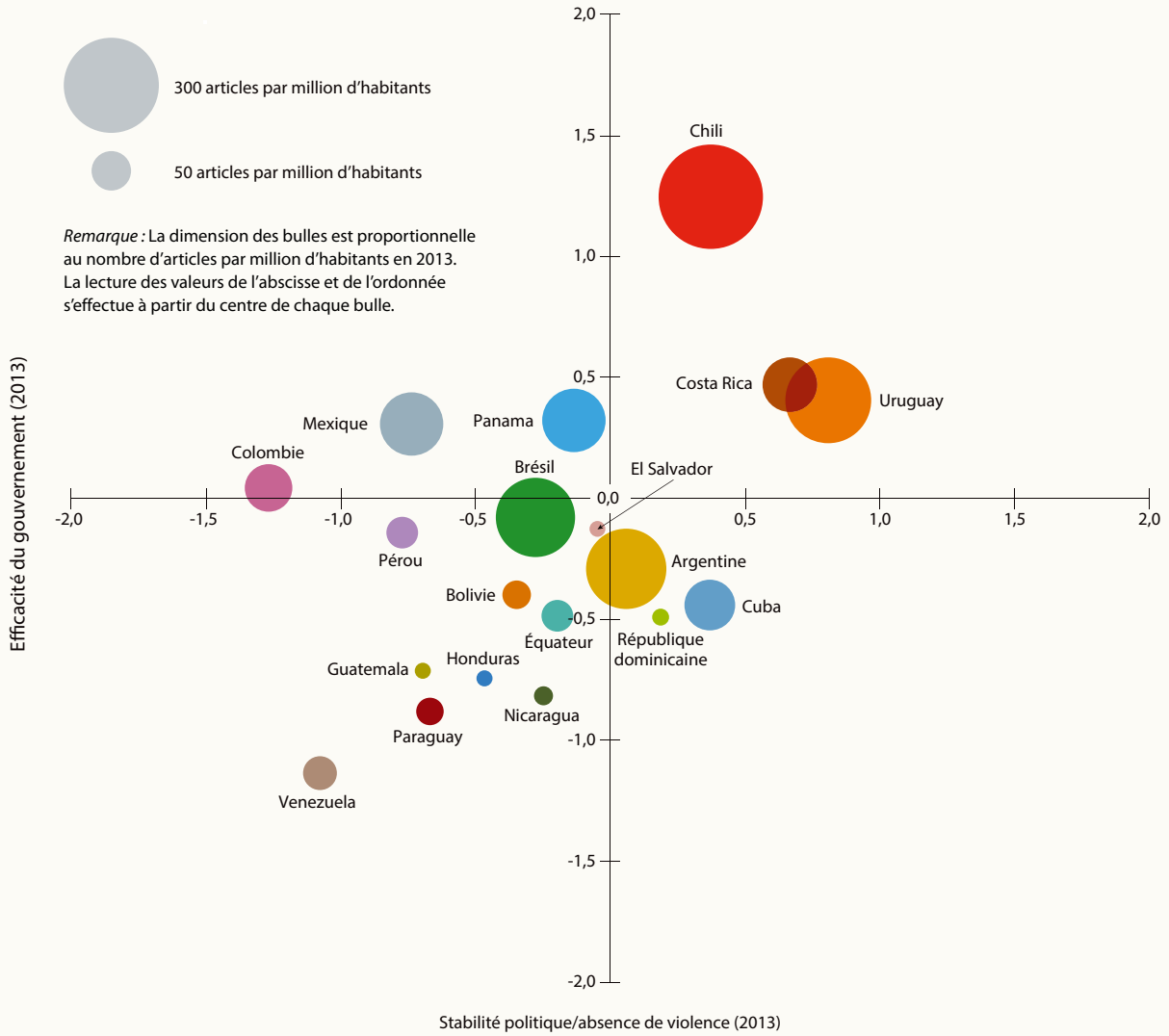
Source : Indicateurs du développement dans le monde de la Banque mondiale, septembre 2015.

Au Venezuela, en dépit de la chute du prix du Brent depuis la mi-2014 qui complique une situation politique déjà délicate, l'économie demeure vigoureuse. Pour sa part, l'Argentine étant en proie à une crise de la dette, les créanciers privés des États-Unis lui tournent le dos. En 2014, la croissance a été pratiquement nulle et elle risque d'être encore plus faible en 2015. Les nombreux obstacles administratifs et les politiques fiscales et monétaires successives censées stimuler les dépenses des ménages et des entreprises ont entraîné ces deux pays dans une spirale inflationniste accompagnée de faibles réserves de change.

La scène politique n'a pas été épargnée. Un scandale de corruption impliquant Petrobrás, la compagnie pétrolière brésilienne, a pris une tournure politique (voir le chapitre 8). Au Guatemala, le président Pérez Molina, cédant à la pression de la rue, a présenté sa démission en septembre 2015 pour être jugé pour fraude ; une telle issue aurait été impensable il y a quelques décennies, ce qui porte à croire que l'État de droit s'est imposé dans le pays. La normalisation des relations bilatérales entre La Havane et Washington en 2015 devrait également donner un élan considérable aux sciences cubaines. Les tensions politiques persistent au Venezuela, le seul pays de la région dont les publications scientifiques ont diminué (de 28 %) entre 2005 et 2014.

La stabilité politique, l'absence de violence, l'efficacité du gouvernement et le contrôle de la corruption sont essentiels à la réalisation des objectifs de développement à long terme d'un pays et à l'amélioration de ses performances scientifiques et technologiques. Cependant, seuls le Chili, le Costa Rica et l'Uruguay affichent des valeurs positives pour tous ces indicateurs de gouvernance. La Colombie, le Mexique et le Panama peuvent se targuer d'avoir un gouvernement efficace, mais sont privés de stabilité politique en raison de conflits internes. L'Argentine, Cuba et la République dominicaine affichent de bons résultats en matière de stabilité politique

Figure 7.2 : **Corrélation entre les indicateurs de gouvernance et la productivité scientifique en Amérique latine, 2013**



Source : Données compilées par l'auteur, d'après les indicateurs de la gouvernance dans le monde de la Banque mondiale ; Division de statistique des Nations Unies ; et Science Citation Index Expanded de Thomson Reuters.

mais leur mise en œuvre des politiques laisse à désirer. Dans les autres pays, les valeurs de ces deux indicateurs sont négatives. Il est intéressant de noter la forte corrélation existant entre une bonne gouvernance et la productivité scientifique (figure 7.2).

Une union régionale inspirée de l'Union européenne

À l'échelle régionale, la création de l'Union des nations de l'Amérique du Sud (UNASUR) constitue l'un des événements les plus marquants de ces dernières années. Approuvé en mai 2008, le traité est entré en vigueur en mars 2011 et a donné lieu, un an plus tard, à la constitution du Conseil des sciences, de la technologie et de l'innovation de l'Amérique du Sud (COSUCTI) chargé de promouvoir la coopération scientifique.

Conçue sur le modèle de l'Union européenne (UE), l'UNASUR adhère au principe de libre circulation des personnes, des marchandises, des capitaux et des services. Ses 12 membres[2] comptent établir une monnaie commune et un parlement commun (qui siégera à Cochabamba, en Bolivie) et envisagent de normaliser les études universitaires. Quito (Équateur) accueille son siège et Caracas (Venezuela) celui de sa banque centrale, la Banque du Sud. L'UNASUR prévoit d'exploiter les blocs commerciaux existants, à l'instar du Marché commun du Sud (MERCOSUR) et de la Communauté andine, plutôt que de créer de nouvelles institutions.

L'exportation de produits de haute technologie, un moteur de croissance dans un nombre limité de pays

La répartition sectorielle des investissements directs étrangers (IDE) en Amérique latine offre un tableau hétérogène. Ainsi, en 2014, 18 % des IDE axés sur la technologie étaient destinés à des projets de faible technologie, 22 % de technologie moyenne-faible, 56 % de technologie moyenne-haute et seulement 4 % de haute technologie. Le Brésil et le Mexique, et en particulier leur industrie automobile, bénéficient de la plupart des investissements dans le secteur des hautes technologies ; en revanche, en Colombie, au Panama et au Pérou, moins de 40 % des IDE y sont consacrés. En Bolivie, le secteur des matières premières, en particulier l'industrie minière, se taille la part du lion. En Amérique centrale et en République dominicaine, où les ressources naturelles non renouvelables sont rares et où les investissements dans les *maquiladoras*[3] présentent une faible intensité de capital, le secteur des services, qui en République dominicaine comprend un secteur du tourisme compétitif, concentre la plupart des investissements. La répartition des IDE est plus équilibrée en Équateur, en Colombie et surtout au Brésil (CEPALC, 2015b).

Les secteurs peu technologiques sont les plus développés dans la majorité des pays d'Amérique latine ; ce constat s'appuie sur le type de produits fabriqués mais aussi sur le comportement des entreprises qui investissent dans un secteur sans s'intéresser à la technologie de pointe. La production et l'exportation de biens de haute ou moyenne technologie requièrent, outre une plus grande part d'innovation, un capital physique et humain plus important que les produits à faible technicité ou ceux basés sur les ressources naturelles.

En ce qui concerne l'intégration de la technologie dans les exportations régionales, les résultats de ces dernières décennies sont mitigés. Le Mexique, et dans une moindre mesure, l'Amérique centrale ont opéré une transformation radicale pour passer des matières premières aux produits manufacturés de haute et moyenne technologie grâce, en partie, aux régimes spéciaux d'importation et à la fabrication axée sur les exportations. En revanche, le contenu technologique des exportations sud-américaines n'a pas changé. Cela est dû, dans l'ensemble, au fait que l'Amérique latine est spécialisée dans la production primaire.

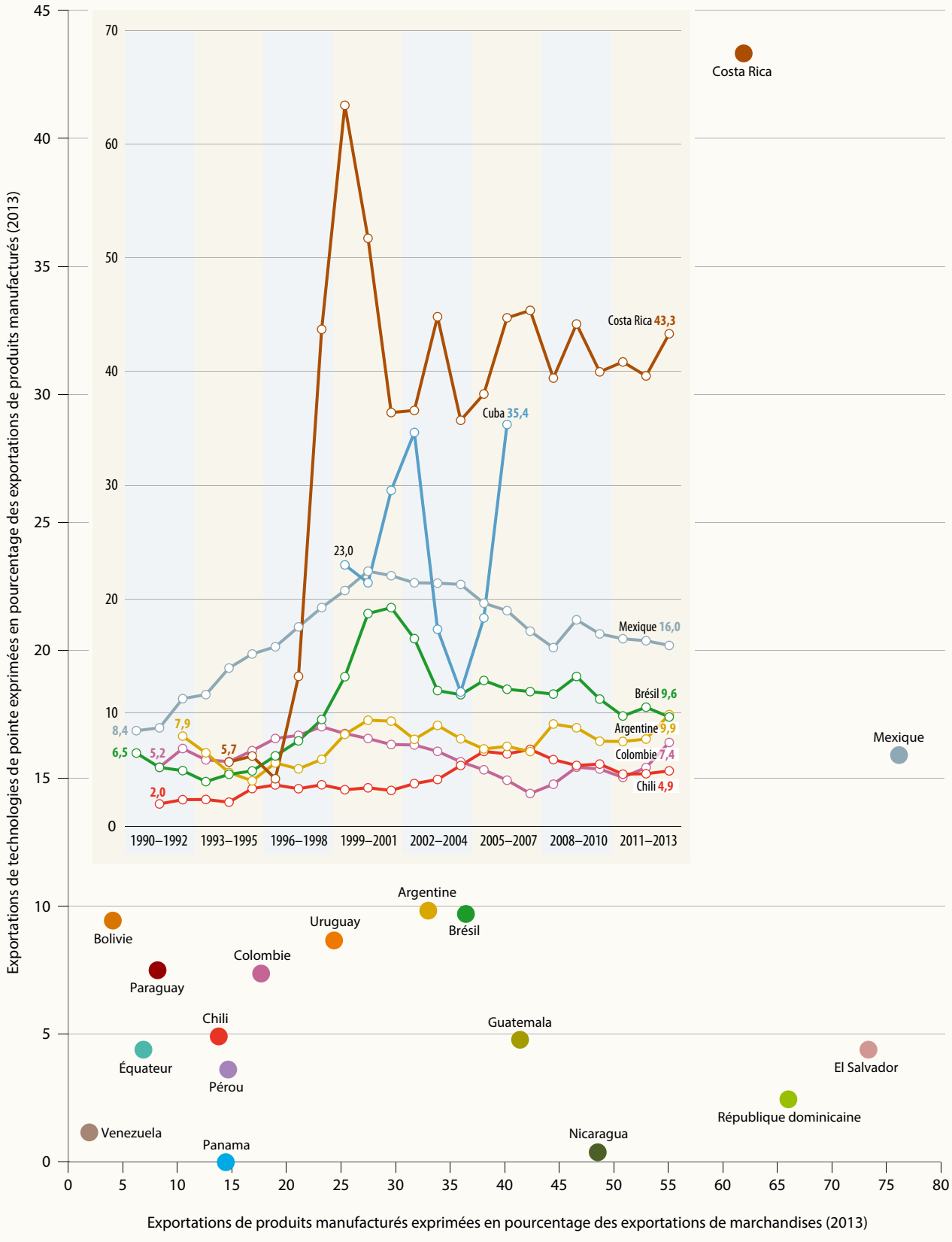
L'exportation de certains produits de haute technologie n'est un moteur de croissance économique à un degré comparable à celui des pays européens en développement qu'au Costa Rica et, dans une moindre mesure, au Mexique (voir la figure 7.3). De plus, la part des produits de haute technologie manufacturés et exportés par le Mexique (et par le Brésil) est en baisse depuis 2000. La présence d'Intel, de Hewlett-Packard et d'IBM au Costa Rica depuis la fin des années 1990 peut expliquer la part importante des exportations de produits de haute technologie, qui après avoir atteint un seuil record de 63 % des exportations de produits manufacturés, se sont stabilisées aux alentours de 45 %, d'après le *Rapport de l'UNESCO sur la science 2010*. En avril 2014, Intel a annoncé sa décision de délocaliser l'usine d'assemblage de microprocesseurs en Malaisie. On estime que l'entreprise est à l'origine de 11 % des afflux nets d'IDE entre 2000 et 2012 et de 20 % des exportations du pays au cours des dernières années. La fermeture de son usine de production au Costa Rica devrait se solder par un coût de 0,3–0,4 % du PIB national sur une période de douze mois. Cette fermeture reflète soit la forte compétitivité du marché de l'assemblage de microprocesseurs, soit la baisse de la demande d'ordinateurs à l'échelle mondiale. Si la liquidation de sa chaîne d'assemblage au Costa Rica a entraîné la perte de 1 500 emplois en 2014, Intel a par ailleurs créé environ 250 emplois de haut niveau au sein de son groupe de R&D basé dans le pays (Moran, 2014). Pour sa part, Hewlett Packard a annoncé en 2013 le transfert de 400 emplois dans les services liés aux TIC du Costa Rica à Bangalore, en Inde, sans pour autant mettre un terme à sa présence dans le pays.

Une étude comparative récente avec l'Asie du Sud-Est révèle que les conditions commerciales défavorables en Amérique latine, comme les longues procédures administratives relatives à l'exportation, ont découragé les entreprises exportatrices de la région à intégrer profondément les chaînes d'approvisionnement mondiales (Ueki, 2015). Enfin, les coûts commerciaux entravent également le développement d'industries manufacturières compétitives à l'échelle mondiale.

2. Argentine, Bolivie, Brésil, Chili, Colombie, Équateur, Guyana, Paraguay, Pérou, Suriname, Uruguay et Venezuela.

3. La *maquiladora* est une zone franche d'exportation où les usines, exonérées de droits de douane, assemblent et transforment des biens en utilisant des intrants importés qui sont pour la plupart réexportés.

Figure 7.3 : **Intensité technologique des exportations latino-américaines, 2013**



Source : Données compilées par l'auteur, d'après les données brutes de la Banque mondiale, consultées en juillet 2015.

TENDANCES EN MATIÈRE DE GOUVERNANCE ET DE POLITIQUE DE STI

La R&D suscite un intérêt politique croissant

Depuis une dizaine d'années, plusieurs pays d'Amérique latine accordent un poids politique plus soutenu à leurs institutions scientifiques. Ainsi, le Honduras a adopté une loi (2013) et un décret relatif à celle-ci (2014) portant création d'un système national d'innovation composé, entre autres, du Secrétariat national pour la science, la technologie et l'innovation (SENACIT), de l'Institut de la science, la technologie et l'innovation (IHCIETI) et d'une fondation nationale chargée de financer la science, la technologie et l'innovation (STI). En Colombie, une loi (2009) définit les attributs et les mandats de chaque institution appartenant au système national d'innovation. Le pays a ainsi suivi les traces du Panama (2007), du Venezuela (2005), du Pérou (2004), du Mexique (2002) et de l'Argentine (2001).

Dans certains cas, ces nouveaux cadres législatifs exigent que les politiques de STI soient approuvées par des conseils interministériels, à l'instar du cabinet scientifique et technologique (GACTEC) en Argentine. Dans d'autres cas, l'approbation peut être le fait de conseils plus éclectiques rassemblant le président, les secrétaires d'État, les académies des sciences et des représentants du secteur privé, comme c'est le cas pour le Conseil de la recherche scientifique, du développement technologique et de l'innovation (CGICDTI)[4] au Mexique. Les pays les plus grands et les plus riches, à savoir l'Argentine, le Brésil, le Chili et le Mexique, accueillent les écosystèmes institutionnels les plus sophistiqués et complexes[5].
L'Argentine, le Brésil et le Costa Rica comptent tous un Ministère de la science, de la technologie et de l'innovation. À Cuba, en République dominicaine et au Venezuela, en revanche, la science relève du mandat du Ministère de l'enseignement supérieur ou de l'environnement. Le Chili a mis en place un Conseil national de l'innovation et l'Uruguay un cabinet ministériel pour l'innovation. Plusieurs pays, dont le Mexique et le Pérou, comptent toujours des Conseils nationaux de la science et de la technologie qui assurent la planification stratégique dans ces domaines. D'autres, comme l'Équateur et le Panama, s'appuient sur des secrétariats de la science et la technologie. En mars 2013, l'Équateur a également créé son Conseil national de la science et la technologie (voir p. 203). Enfin, certains pays comptent un département administratif chargé de la science et de la technologie, à l'instar de Colciencias, en Colombie.

Une large gamme de mécanismes de financement de la R&D sophistiqués

Ces 10 dernières années, de nombreux pays ont conçu des plans stratégiques et un échantillon varié d'instruments politiques, dont des incitations fiscales, en vue de promouvoir l'innovation dans les secteurs public et privé (Lemarchand, 2010 ; CEPALC, 2014 ; BID, 2014b). En Colombie, par exemple, 10 % des recettes du Système général de redevances (créé en 2011) vont au Fonds pour la science, la technologie et l'innovation. Au Pérou, en vertu du « Canon minero » (redevance minière, créée en 2001), les gouvernements des régions minières perçoivent 25 % des redevances provenant de l'exploitation de différentes ressources naturelles, dont 20 % sont exclusivement réservés aux investissements publics dans la recherche universitaire visant à promouvoir le développement régional par l'intermédiaire de la science et l'ingénierie. En outre, depuis 2004, la loi prévoit le versement de 5 % des redevances issues de l'industrie minière aux universités. Au Chili, une loi semblable adoptée en 2005 destine 20 % des recettes minières à un fonds d'innovation (BID, 2014b).

Les subventions accordées par voie de concours et les centres d'excellence constituent les mécanismes de promotion de la recherche scientifique traditionnels en Amérique latine. Les mécanismes de financement par voie de concours peuvent cibler les infrastructures et l'équipement des laboratoires et prendre la forme de bourses de voyage, de subventions de la recherche et du développement technologique ou d'incitations financières qui récompensent la productivité scientifique des chercheurs. Le Programme d'incitation pour les professeurs d'université réalisant des recherches scientifiques en Argentine et le Système national des chercheurs (SNI) au Mexique[6] ont largement contribué à l'essor de la recherche universitaire. Le *Programme initiative scientifique du millénaire* au Chili et le *Centre d'excellence en génomique* en Colombie sont deux exemples de centres d'excellence.

Au cours des 20 dernières années, la plupart des pays d'Amérique latine ont créé des fonds spécifiques pour soutenir la recherche et l'innovation compétitives[7]. La série de prêts nationaux accordés par la Banque interaméricaine de développement (BID) est à l'origine de la plupart de ces fonds. La BID exerce une influence considérable sur la conception des politiques nationales en matière de recherche et d'innovation en proposant des modalités spécifiques d'octroi des prêts : subventions accordées par voie de concours, crédits, bourses, partenariats public-privé, nouvelles procédures d'évaluation et d'estimation, etc.

Cuba a adopté ce modèle de financement compétitif en 2014 en créant le Fonds de financement de la science et de l'innovation (FONCI), qui promeut la recherche et l'innovation dans le secteur public et des entreprises. C'est un grand progrès pour le pays si l'on tient compte du fait que jusqu'à maintenant, l'essentiel du budget de recherche de toutes les institutions de R&D, de tous les chercheurs et de tous les projets de recherche confondus provenait des fonds publics.

4. Conseil général de recherche scientifique, de développement technologique et d'innovation.

5. L'Observatoire mondial des instruments de politique de STI de l'UNESCO (GO→SPIN), qui a mis au point un prototype de suivi des systèmes nationaux d'innovation en 2010, présente les organigrammes complets propres à tous les pays d'Amérique latine et des Caraïbes. Voir http://spin.unesco.org.uy.

6. Respectivement, le Programme d'incitation à destination des enseignants-chercheurs (Argentine) et le Système national de chercheurs (Mexique) ; ces deux programmes octroient des incitations financières aux professeurs d'université en fonction de leur productivité scientifique annuelle et de leur catégorie de chercheurs.

7. Citons les quelques exemples suivants : Fonds pour la recherche scientifique et technologique (FONCYT), Fonds technologique argentin (FONTAR, Argentine), Fonds pour le développement scientifique et technologique (FONDEF, Chili), Fonds pour les risques dans le domaine de la recherche (FORINVES, Costa Rica), Fonds financier pour la science et l'innovation (FONCI, Cuba), Fonds de soutien à la science et à la technologie (FACYT, Guatemala), Fonds national de science et technologie (FONACYT, Paraguay), Fonds pour l'innovation, la science et la technologie (FINCYT, Pérou) et l'Agence nationale pour la recherche et l'innovation (ANII, Uruguay).

Vers un financement sectoriel de la R&D

Entre 1999 et 2002, le Brésil a créé 14 fonds sectoriels pour transférer les impôts[8] prélevés auprès de certaines entreprises publiques aux secteurs et services clés, comme le pétrole et le gaz, l'énergie, l'industrie spatiale ou les technologies de l'information, afin de promouvoir le développement industriel. L'Argentine, le Mexique et l'Uruguay ont réorienté leurs politiques vers ce type de financement vertical qui, à l'inverse du financement horizontal, privilégie des domaines spécifiques. Le Mexique a ainsi créé 11 fonds sectoriels en 2003 et un douzième, consacré à la recherche sur la durabilité, en 2008. Citons également le Fonds sectoriel (FONARSEC, créé en 2009) et le Fonds pour les logiciels (FONSOFT, 2004) en Argentine, ainsi que le Fonds sectoriel Innovagro pour l'industrie agroalimentaire en Uruguay (2008).

Le Brésil, pour sa part, a lancé le programme Inova-Agro à la mi-2013. Celui-ci est depuis devenu le principal instrument de financement du secteur agroalimentaire grâce aux fonds de la Banque nationale de développement économique et social (BNDES) [plus de 80 % de *quelque* 27 millions de dollars É.-U.] ; plus de 80 % du financement d'Inova-Agro ciblent l'élevage, la pêche et l'aquaculture.

Les fonds sectoriels reflètent la diversité et la complexité des instruments stratégiques (tableau 7.1) promouvant la recherche et l'innovation en Amérique latine. Leur efficacité n'est pas homogène dans tous les pays, qui font pourtant face aux mêmes problèmes. Tout d'abord, il est nécessaire d'établir un lien entre les capacités endogènes de recherche et l'innovation dans le secteur productif – ce point, déjà mentionné dans le *Rapport de l'UNESCO sur la science 2010,* découle de l'absence de politiques industrielles de promotion de l'innovation du secteur privé s'inscrivant sur le long terme (plusieurs décennies). Il est également nécessaire de concevoir et de développer des instruments stratégiques plus efficaces afin de mettre en rapport l'offre et la demande des systèmes nationaux d'innovation. En outre, l'évaluation et la supervision des projets et des programmes scientifiques sont peu répandues dans la plupart des pays d'Amérique latine ; seuls l'Argentine et le Brésil se sont dotés d'institutions réalisant des études prospectives stratégiques, à savoir le Centre de gestion et d'études stratégiques (CGEE) au Brésil et le Centre interdisciplinaire d'études scientifiques, technologiques et d'innovation (CIECTI)[9] en Argentine, inauguré en avril 2015.

8. Pour plus de détails, voir le *Rapport de l'UNESCO sur la science 2010.*

9. Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (Brésil) et Centro Interdisciplinario de Estudios en Ciencia, Tecnología e Innovación (Argentine).

Tableau 7.1 : **Inventaire des instruments stratégiques opérationnels en matière de STI en Amérique latine, 2010-2015**

Pays	Nombre d'instruments stratégiques opérationnels par objectif												
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m
Argentine	22	9	25	2	32	15	5	4	5	14	12	10	38
Bolivie	2	1	1	1	8	1	1	1	4		3	1	5
Brésil	15	10	31	6	6	15	5	5		5	8	4	27
Chili	25	12	25	6	24	17	7			6	14	6	37
Colombie	6	1	2	1	10	1		1	3	2	2	1	6
Costa Rica	2	2	10	2	23	4	3				4	4	4
Cuba					5						1		
El Salvador		4	2		5		9	1			6		2
Équateur			5		4	2	2		4	1	1		4
Guatemala	3		6		6		2				1		4
Honduras	1		1		1		2						1
Mexique	16	9	13	5	6	14	6		3	4	6	5	19
Nicaragua	1		1									1	
Panama	5	2	14		6		3			1	1	1	4
Paraguay	8	1	6		5	4	1			3	2	5	3
Pérou	10	7	12	1	6	3	5		1		1	2	6
République dominicaine					1								
Uruguay	13	3	11	1	13	9	2	3		3	8	4	14
Venezuela	5	1	3	2	7						2	1	2

Source : Données compilées par l'auteur d'après les instruments stratégiques opérationnels recensés par le Bureau de l'UNESCO à Montevideo (http://spin.unesco.org.uy/fr/) et classées suivant la nouvelle méthodologie de l'observatoire GO→SPIN : voir UNESCO (2014) *Proposed Standard Practice for Surveys on Science, Engineering, Technology and Innovation (SETI) Policy Instruments, SETI Governing Bodies, SETI Legal Framework and Policies.*

Instruments stratégiques visant à :

a. accroître la production de nouvelles connaissances scientifiques endogènes ;
b. augmenter les infrastructures des laboratoires de recherche publics et privés ;
c. renforcer les capacités en matière de recherche, d'innovation et de planification stratégique ;
d. améliorer l'égalité des sexes en matière de recherche et d'innovation ;
e. favoriser l'appropriation sociale des connaissances scientifiques et des nouvelles technologies ;
f. développer les domaines stratégiques de la science et de la technologie ;
g. renforcer l'éducation scientifique du niveau primaire au troisième cycle ;
h. développer les technologies vertes et celles favorisant l'inclusion sociale ;
i. promouvoir les systèmes de savoirs autochtones ;
j. améliorer les processus de coordination, de création de réseaux et d'intégration au sein de l'écosystème de la recherche et de l'innovation afin de promouvoir les synergies entre le gouvernement, le milieu universitaire et le secteur productif ;
k. accroître la qualité des études de prospective technologique pour : évaluer le potentiel des marchés à forte valeur ; développer les plans commerciaux des entreprises de haute technologie ; formuler et analyser des scénarios à long terme ; et fournir des services de conseil ainsi que des renseignements stratégiques ;
l. renforcer la coopération, la création de réseaux et la promotion de la science et de la technologie à l'échelle régionale et internationale ;
m. promouvoir les jeunes entreprises innovantes dans le domaine de la haute technologie et les nouveaux créneaux de produits et de services à forte valeur ajoutée.

TENDANCES EN MATIÈRE DE RESSOURCES HUMAINES

Des dépenses élevées en matière d'enseignement supérieur

De nombreux gouvernements de la région consacrent plus de 1 % de leur PIB à l'enseignement supérieur (figure 7.4), un niveau comparable à celui des pays développés. En outre, depuis 2008, les dépenses par étudiant et le nombre d'inscriptions à l'université ont sensiblement augmenté au Chili et en Colombie.

Depuis des décennies, le nombre de diplômés universitaires et d'établissements d'enseignement supérieur enregistre une croissance constante. D'après l'Institut de statistique de l'UNESCO, plus de deux millions de diplômes universitaires du premier cycle ont été décernés en Amérique latine en 2012, soit une hausse de 48 % par rapport à 2004. La plupart des diplômés étaient des femmes[10]. La progression des doctorats a été presque aussi spectaculaire : 44 % depuis 2008 (23 556 personnes en 2012). La part des titulaires de doctorat dans la population générale des pays les plus avancés d'Amérique latine est semblable à celle affichée par des pays comme l'Afrique du Sud, la Chine, la Fédération de Russie et l'Inde, mais reste inférieure à celle des pays les plus développés (figure 7.4).

Six diplômés du premier cycle sur 10 sont spécialisés en sciences sociales (figure 7.4), contre seulement 1 sur 7 dans le domaine de l'ingénierie et des technologies. Cette tendance contraste de façon frappante avec celle affichée par des économies émergentes comme la Chine, la République de Corée ou Singapour, où ces deux domaines sont privilégiés par la plupart des diplômés. En 1999, à l'échelle de la région, les doctorants en sciences exactes et naturelles étaient aussi nombreux que ceux qui préparaient un doctorat en sciences sociales, mais le tournant du siècle a marqué un fort recul des étudiants en sciences exactes et naturelles (figure 7.4).

Des ratios élevés d'étudiants vivant à l'étranger

En 2013, les étudiants de l'enseignement supérieur originaires de la région et vivant à l'étranger étaient quatre fois plus nombreux (132 806) en Amérique du Nord ou en Europe de l'Ouest qu'en Amérique latine (33 546) [figure 7.4]. Si ces étudiants internationaux sont généralement issus des pays les plus peuplés, certains pays plus petits ont également des contingents élevés, comme le montre le nombre d'étudiants équatoriens présents aux États-Unis (figure 7.4). L'Équateur, la Colombie, la République dominicaine et le Panama présentent les ratios les plus élevés (par rapport à la population nationale) d'étudiants vivant dans des pays développés.

Entre 2008 et 2011, environ 3 900 étudiants originaires d'Amérique latine ont obtenu un doctorat en science ou en ingénierie dans une université des États-Unis (NSB, 2014). Entre un tiers et la moitié décident généralement d'y demeurer indéfiniment, mais on constate, par exemple au Panama, que les titulaires de doctorat et de postdoctorat retournant dans leur pays peuvent être aussi nombreux que ceux qui y font leurs études.

10. Le Panama et l'Uruguay affichaient le pourcentage le plus élevé (66 %), suivis du Honduras et de la République dominicaine (64 %), du Brésil (63 %), de Cuba (62 %), de l'Argentine (61 %), du Salvador (60 %), de la Colombie (57 %), du Chili (56 %) et du Mexique (54 %).

Nombre de Boliviens, de Colombiens, d'Équatoriens et de Péruviens décident d'étudier à l'étranger tout en restant en Amérique latine. À cet égard, la part d'étudiants suivant cette voie par rapport à la population globale est toujours particulièrement élevée en Bolivie, mais également au Nicaragua, au Panama et en Uruguay. Cuba est l'une des destinations les plus populaires en Amérique latine ; d'après les estimations de l'Institut de statistique de l'UNESCO, environ 17 000 étudiants d'autres pays de la région y résident, contre 5 000 au Brésil et environ 2 000 en Argentine ainsi qu'au Chili.

Actions de consolidation des réseaux de connaissances

Afin de combler la pénurie de spécialistes (entre autres, ingénieurs, géologues, océanographes et météorologues), l'Argentine, le Brésil et le Chili ont mis en place des incitations financières et des bourses pour les étudiants du premier cycle universitaire dans ces domaines et ont instauré de nouvelles bourses destinées aux doctorants étrangers. En 2013, le Conseil national mexicain pour la science et la technologie (CONACYT) et l'Organisation des États américains ont créé un programme commun offrant 500 bourses sur une période de cinq ans aux étudiants de troisième cycle en biologie, chimie, sciences de la Terre, ingénierie, mathématiques et physique en vue de faciliter les échanges d'étudiants universitaires sur le continent américain.

Un autre jalon important est la création de l'Institut de recherche élémentaire sud-américain-CIPT en collaboration avec le Centre international de physique théorique Abdus Salam de l'UNESCO (CIPT), l'Agence de financement de la recherche de São Paulo et l'Université de l'État de São Paulo, qui accueille d'ailleurs ce nouvel institut. Entre 2012 et 2015, il a mis sur pied et organisé 22 écoles supérieures régionales, 23 ateliers régionaux et 18 petites écoles régionales.

Ces dernières décennies, plusieurs pays d'Amérique latine ont tenté de renforcer les réseaux de connaissances nationaux en resserrant leurs liens avec la diaspora. L'Argentine, le Brésil, le Chili et le Mexique proposent l'échantillon le plus varié de bourses d'études et de programmes de formation. En Argentine, le programme Raíces (« racines », en espagnol) est depuis 2008 une politique nationale ; depuis sa création en 2003, il a permis le retour de 1 200 chercheurs hautement qualifiés et la promotion de l'établissement de réseaux de scientifiques argentins dans les pays développés.

Citons, comme autres exemples, le Réseau de talents mexicains (créé en 2005), le Forum bilatéral sur l'enseignement supérieur, l'innovation et la recherche (FOBESII, 2004) entre le Mexique et les États-Unis, l'initiative Chile Global et, au Brésil, Science sans frontières (voir l'encadré 8.3). La Colombie, l'Équateur et l'Uruguay ont également mis en place des initiatives bénéficiant de financements généreux. Certaines sont axées sur le retour au pays des scientifiques et un ensemble de mécanismes complexes de coordination avec des politiques de développement industriel et de la production en vue de faciliter l'intégration de ces professionnels hautement qualifiés dans l'économie nationale. D'autres misent sur l'organisation de cours dispensés par des experts à l'occasion de brefs séjours (deux à trois mois).

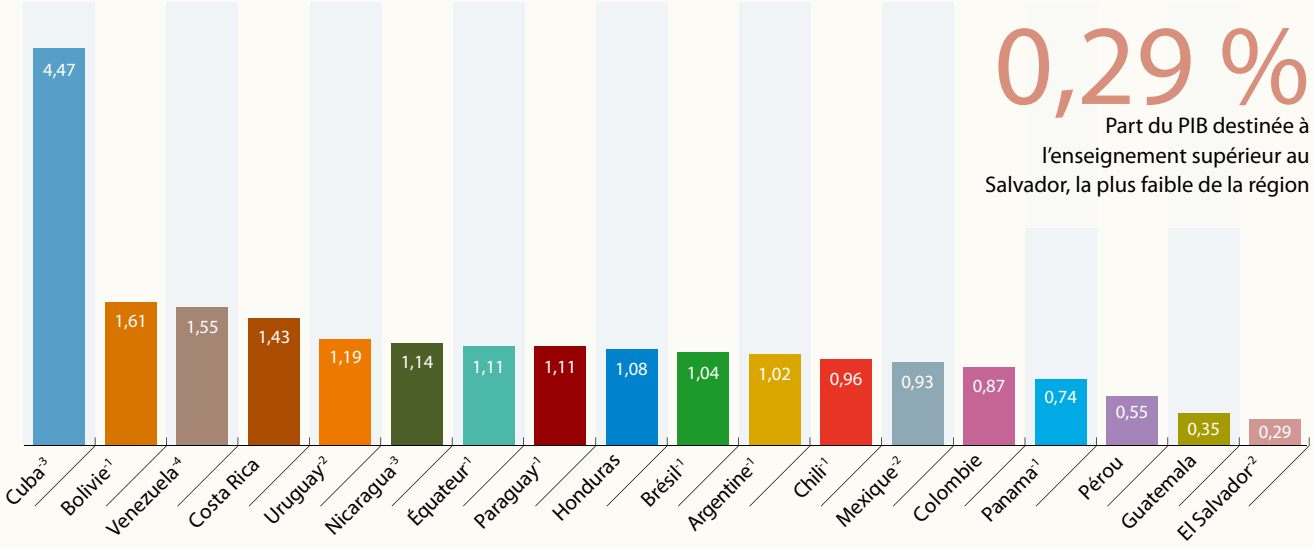
Figure 7.4 : **Tendances en matière d'enseignement supérieur en Amérique latine, 1996-2013**

4,47 %
Part du PIB destinée à l'enseignement supérieur à Cuba, la plus élevée de la région

0,29 %
Part du PIB destinée à l'enseignement supérieur au Salvador, la plus faible de la région

Onze pays consacrent plus de 1 % du PIB à l'enseignement supérieur

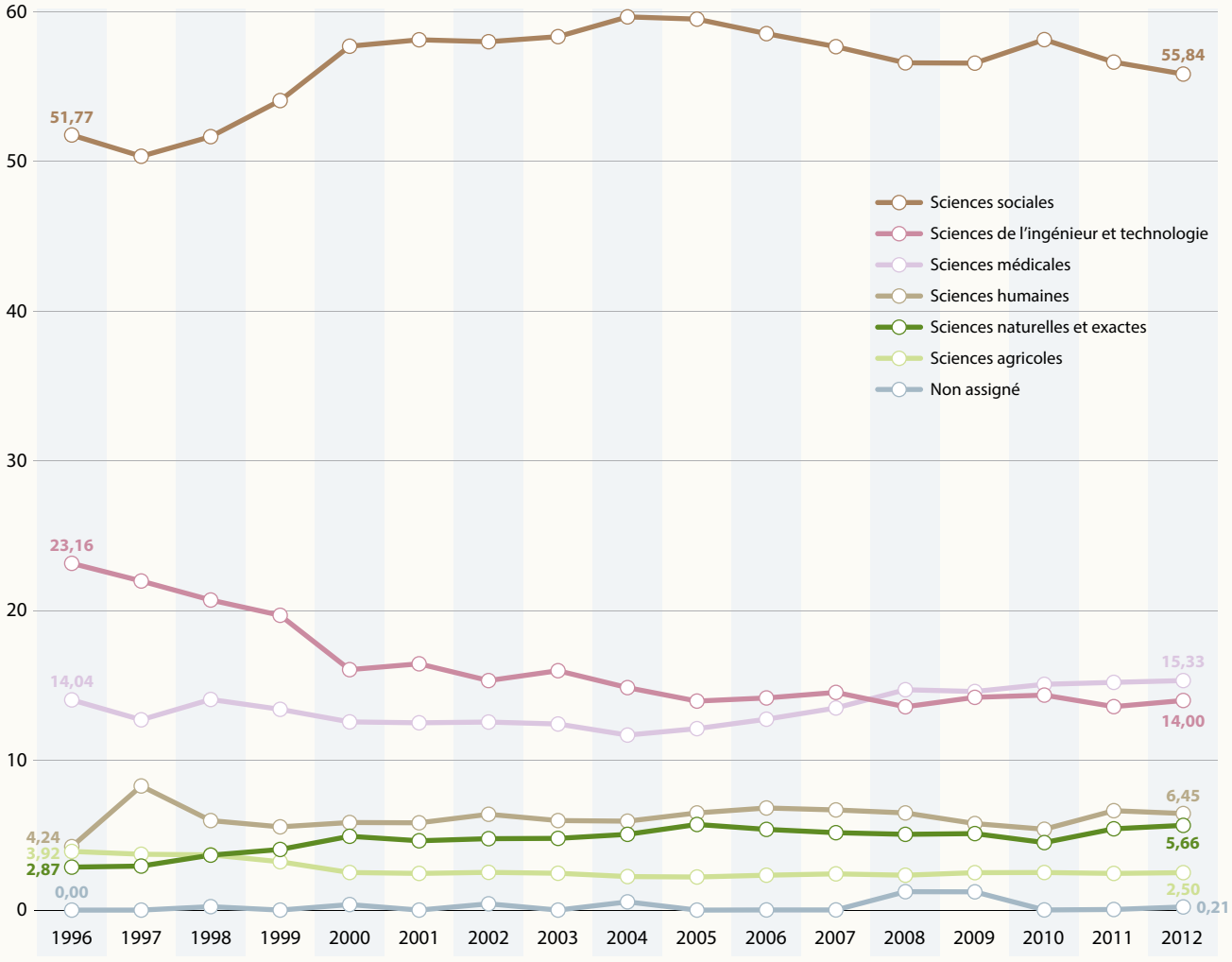
Niveau de dépenses dans l'enseignement supérieur en pourcentage du PIB, 2013 ou année la plus proche (%)



+*n*/-*n* = les données correspondent à un nombre *n* d'années avant ou après l'année de référence

La grande majorité des diplômés du premier cycle en Amérique latine sont étudiants en sciences sociales

Répartition des diplômes universitaires de premier cycle par domaine d'étude, 1996-2012 (%)



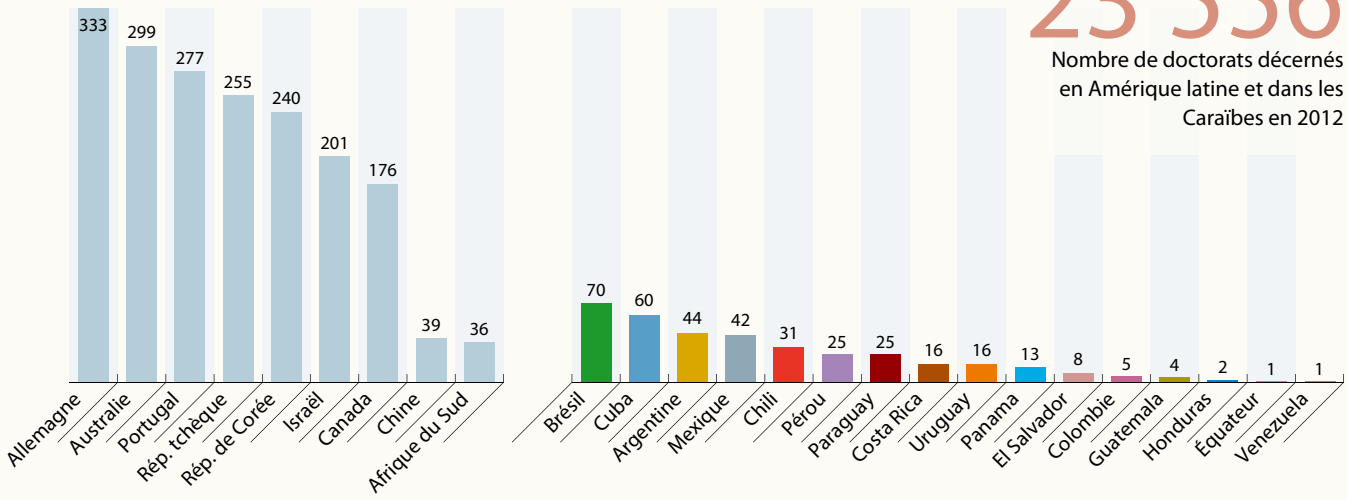
Le Brésil affiche le plus grand nombre de titulaires de doctorat par million d'habitants en Amérique latine

Titulaires de doctorat par million d'habitants, 2012

Les données relatives aux pays situés en dehors de l'Amérique latine sont indiquées à titre de comparaison

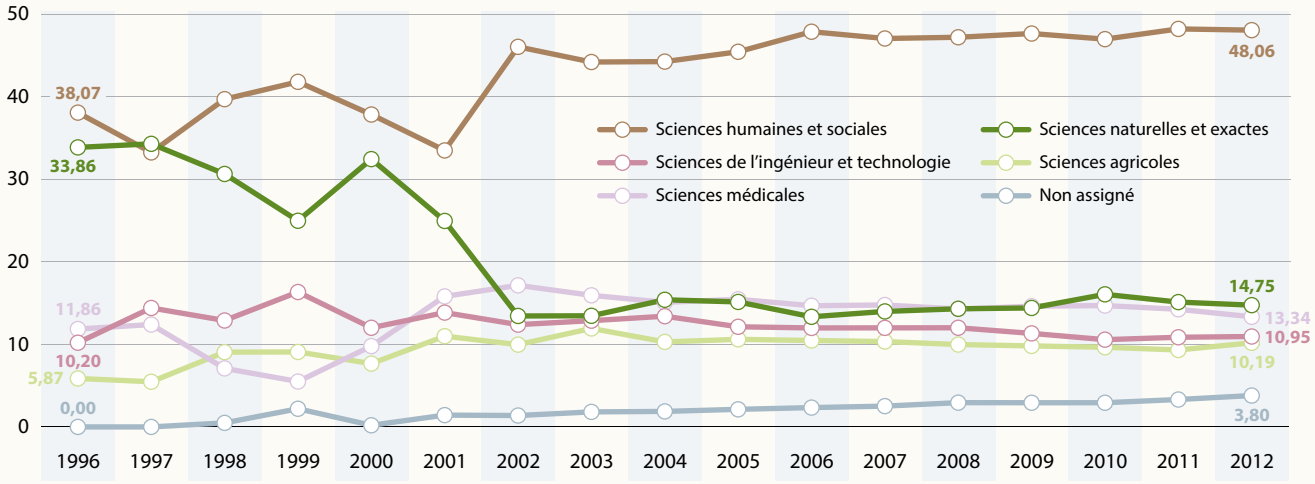
23 556

Nombre de doctorats décernés en Amérique latine et dans les Caraïbes en 2012



La part des titulaires de doctorat en sciences naturelles continue de refléter la chute de cet indicateur il y a dix ans

Répartition des titulaires de doctorat en Amérique latine par domaine d'étude, 1996-2012 (%)

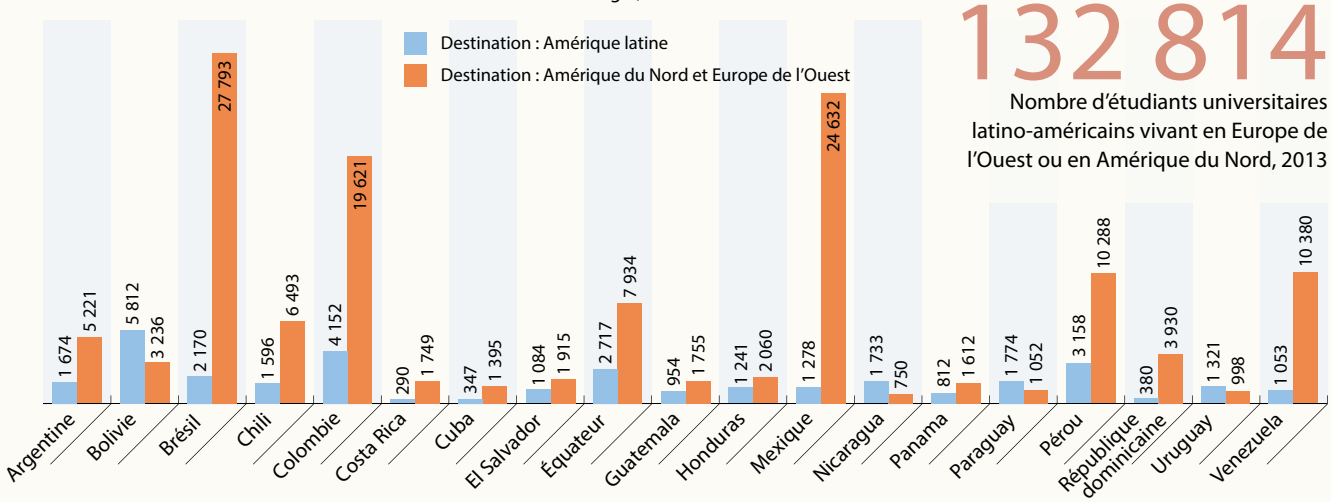


Les étudiants préfèrent l'Europe de l'Ouest et l'Amérique du Nord à tout autre pays d'Amérique latine, à l'exception des étudiants originaires de Bolivie, du Nicaragua, du Paraguay et d'Uruguay

Nombre d'étudiants universitaires latino-américains vivant à l'étranger, 2013

132 814

Nombre d'étudiants universitaires latino-américains vivant en Europe de l'Ouest ou en Amérique du Nord, 2013



Source : Données relatives aux dépenses destinées à l'enseignement supérieur et aux étudiants vivant à l'étranger : Institut de statistique de l'UNESCO ; données relatives aux diplômés universitaires : base de données du RICYT, juillet 2015 ; les estimations relatives aux doctorants par million d'habitants sont basées sur des données de l'Institut de statistique de l'UNESCO et de la Division de statistique des Nations Unies.

La démarche du programme Start-Up Chile (2010) est différente. Son objectif est d'attirer les entrepreneurs du monde entier dans l'espoir que leur présence contribuera à transmettre des connaissances entrepreneuriales tacites à leurs homologues chiliens, ce que les programmes de formation et de bourses traditionnels ne sont pas en mesure de faire (voir également l'encadré 7.1).

La plupart des pays manquent de chercheurs

Ces dernières années, le nombre de chercheurs en équivalent temps plein (ETP) a bondi au Costa Rica, en Équateur et au Venezuela, mais la progression a été moins spectaculaire dans d'autres pays (figure 7.5). Les pays d'Amérique latine sont généralement à la traîne par rapport aux économies ouvertes et dynamiques en matière de nombre de chercheurs par million d'habitants, mais l'Argentine (1 256) et le Costa Rica (1 289) qui arrivent en tête à l'échelle régionale affichent des ratios plus élevés que la moyenne mondiale, qui s'élève à 1 083 (voir le tableau 1.3).

L'Argentine continue d'afficher le nombre le plus élevé de chercheurs ETP par millier d'actifs. Le ratio est d'ailleurs 2 fois

Encadré 7.1 : Tenaris : une université d'entreprise facilitant l'acquisition de compétences industrielles en interne

Attirer et retenir les scientifiques et ingénieurs talentueux demeure un enjeu de taille pour le secteur industriel latino-américain. Ces 20 dernières années, les entreprises les plus performantes, comme Motorola, MasterCard, Toyota, Cisco, etc., ont investi dans le développement des universités d'entreprise dans le monde entier.

En 2005, Tenaris, une société argentine, a créé la première université d'entreprise en Amérique latine. Leader de la fabrication de tubes en acier sans soudure pour l'industrie mondiale du gaz et du pétrole, Tenaris est présente dans neuf pays* et emploie plus de 27 000 personnes.

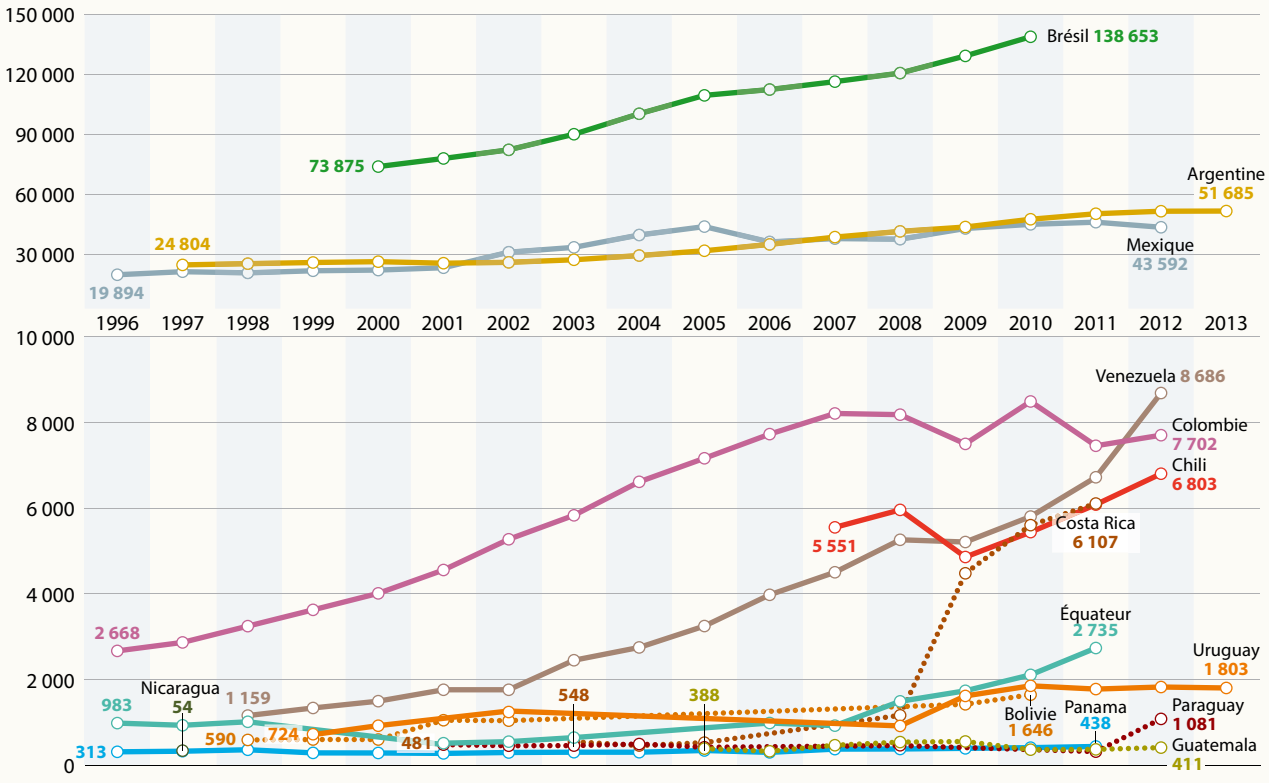
Campana (Argentine) accueille depuis 2008 le principal campus de l'Université Tenaris ; trois autres centres de formation existent au Brésil, en Italie et au Mexique. L'université met à disposition des employés de Tenaris un éventail de 450 cours en ligne et 750 cours en présentiel dans ses Écoles industrielles (pour les ingénieurs), de finance et d'administration, de gestion commerciale, d'informatique et d'études techniques. Le corps enseignant est principalement composé d'experts recrutés au sein du personnel de l'entreprise.

Tenaris a compensé la baisse récente de la demande mondiale de ses produits en augmentant le nombre d'heures de formation des employés, qui reprendront ainsi le chemin de l'usine dotés de meilleures compétences une fois que la production sera relancée.

*Argentine, Brésil, Canada, Colombie, États-Unis, Italie, Japon, Mexique et Roumanie.

Source : Données compilées par l'auteur.

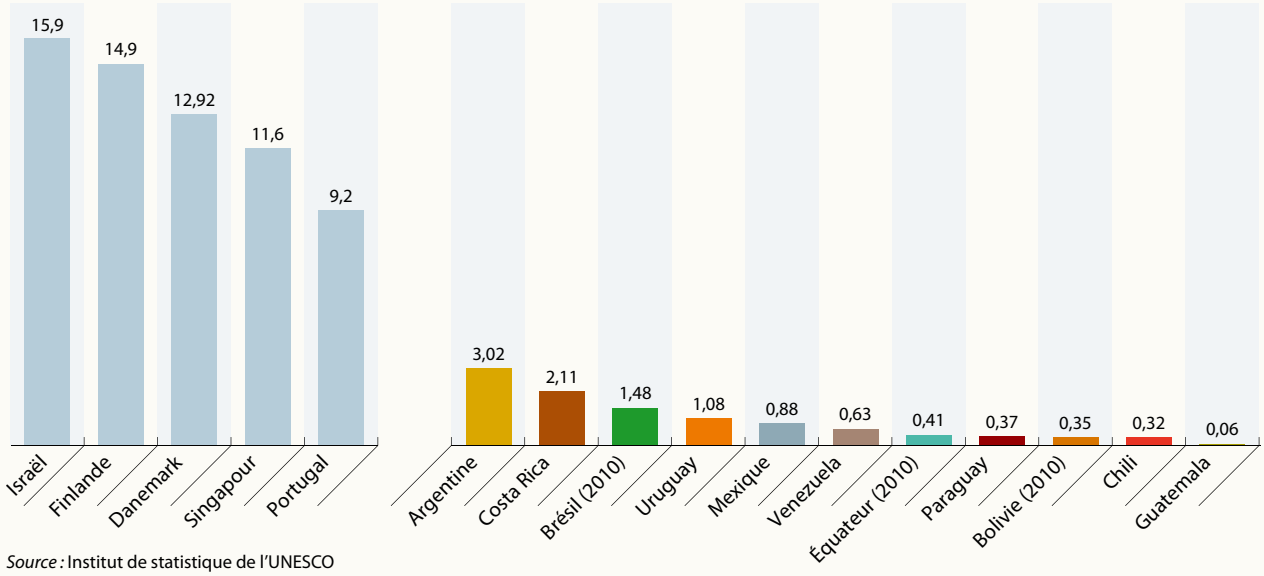
Figure 7.5 : **Chercheurs (ETP) en Amérique latine, 1996-2013**



Source : Institut de statistique de l'UNESCO.

Figure 7.6 : Chercheurs (ETP) en Amérique latine par milliers d'actifs, 2012

Les données relatives aux pays situés en dehors de l'Amérique latine sont indiquées à titre de comparaison



Source : Institut de statistique de l'UNESCO

plus important que celui du Brésil, 3,4 fois celui du Mexique et au moins 10 fois celui du Chili. Cela dit, le pays est encore loin des économies développées (figure 7.6).

L'Amérique latine en tant que région excelle cependant dans d'autres domaines, comme la participation des femmes dans la recherche (Lemarchand, 2010, p. 56-61). Une étude récente montre qu'elle affiche également les taux les plus élevés d'entrepreneuriat féminin et un écart entre les sexes plus réduit en matière de recherche que d'autres régions (BID, 2015 ; voir également le chapitre 3). Cela n'est guère surprenant si l'on tient compte des instruments stratégiques promouvant explicitement la présence des femmes dans la science et l'ingénierie en Amérique latine. Les deux exemples les plus parlants à cet égard sont le Programme pour les femmes et la science au Brésil et le Programme de bourses pour l'enseignement du troisième cycle destiné aux femmes autochtones au Mexique.

TENDANCES EN MATIÈRE DE DÉPENSES EN R&D

Les pays devraient investir davantage dans la R&D

En 2012, les dépenses intérieures brutes de recherche et développement (DIRD) en Amérique latine et dans les Caraïbes étaient supérieures à 54 milliards de dollars PPA constants de 2012[11], soit une hausse de 1,70 % par rapport à 2003. Trois pays concentrent à eux seuls 91 % des DIRD : l'Argentine, le Brésil et le Mexique. Le Brésil est le seul pays qui consacre plus de 1 % de son PIB à la R&D (voir le chapitre 8 et la figure 7.7).

Au cours des dernières décennies, les DIRD sont demeurées relativement stables dans la région (Lemarchand, 2010, p. 35-37). Depuis 2006, les dépenses en R&D ont modérément augmenté en Argentine, au Brésil et au Mexique ; en revanche, aucun signe ne permet d'anticiper une hausse de ces dépenses au Chili ou en Colombie. Parmi les pays de petite taille, le Costa Rica et l'Uruguay investissent le plus dans la R&D tandis que le niveau des DIRD semble osciller en Bolivie, à Cuba, en Équateur et au Panama.

Le secteur public demeure la principale source de financement, en particulier en Argentine, à Cuba, au Mexique et au Paraguay. À l'échelle régionale, le secteur des entreprises apporte en moyenne environ 40 % des fonds destinés à la R&D (figure 7.7), à l'exception du Brésil, où le pourcentage est légèrement supérieur (voir le chapitre 8). La recherche continue de reposer en grande partie sur le secteur public. Six pays reçoivent d'importants fonds de l'étranger pour financer la recherche : le Chili, El Salvador, le Guatemala, le Panama, le Paraguay et l'Uruguay (figure 7.7). Les observatoires astronomiques européens et d'Amérique du Nord installés au Chili et la présence au Panama de la Smithsonian Institution expliquent le pourcentage élevé du financement étranger des DIRD dans ces deux pays, respectivement 18 % et 21 %.

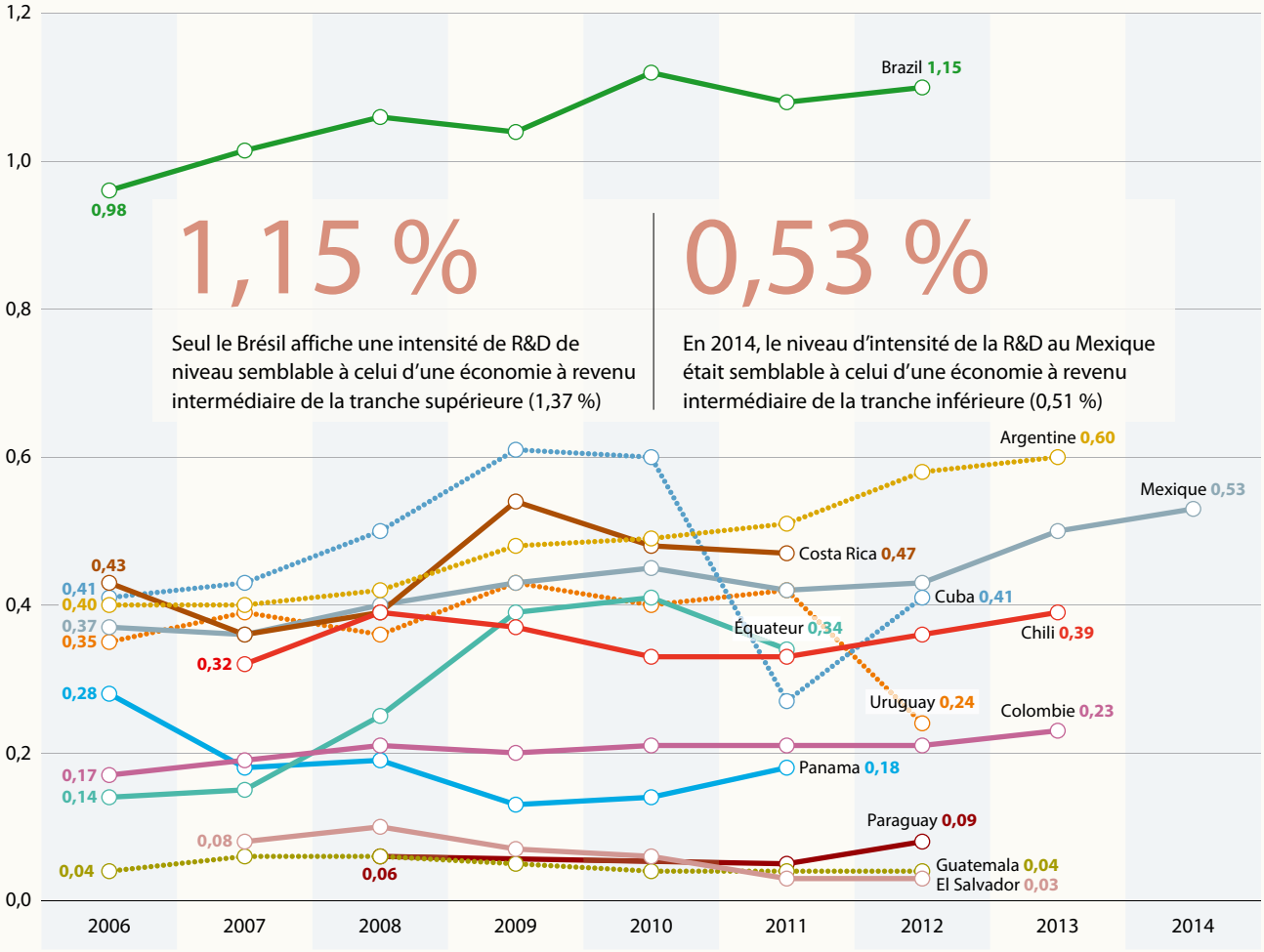
La ventilation des dépenses de R&D par objectif socioéconomique n'est disponible que pour une poignée de pays. En 2012, l'Argentine et le Chili ont destiné un tiers de ces dépenses à l'ingénierie et à la technologie, une part non négligeable pour des économies émergentes. Dans les deux cas, la production industrielle et agricole et la technologie ont été privilégiées. Les pays plus petits ont quant à eux donné la priorité à la production agricole (Guatemala et Paraguay), à la santé humaine (El Salvador, Guatemala et Paraguay), aux structures sociales (Équateur), aux infrastructures, à l'énergie et à l'environnement (Panama).

11. Les estimations initiales du Réseau ibéro-américain d'indicateurs scientifiques et techniques (RICYT) étaient exprimées en dollars PPA courants internationaux. Afin de prévenir les distorsions dues à l'inflation, les valeurs ont été ajustées ici en dollars PPA constants de 2012.

Figure 7.7 : **Tendances en matière de DIRD en Amérique latine et dans les Caraïbes, 2006-2014 (%)**

Seuls quelques rares pays d'Amérique latine ont enregistré une hausse croissante de l'intensité de la R&D au cours des 10 dernières années

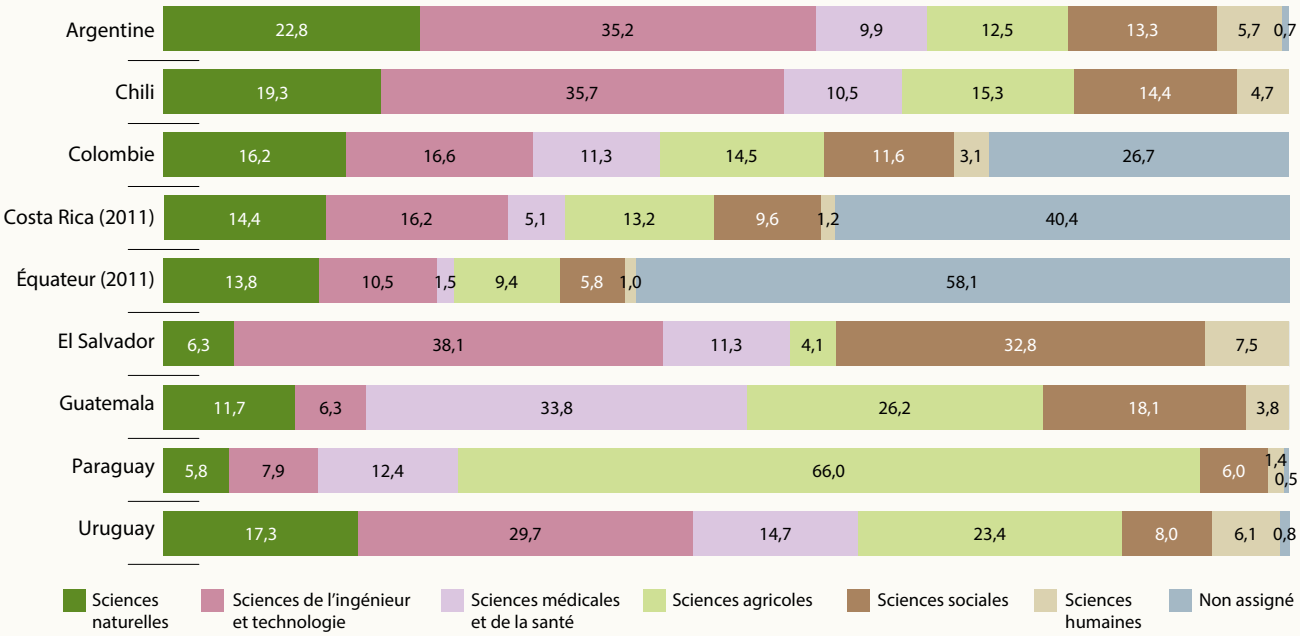
DIRD en pourcentage du PIB, 2006-2014



Remarque : Aucune donnée n'est disponible pour le Honduras, le Nicaragua, le Pérou et le Venezuela. Seules les données de 2009 sont disponibles pour la Bolivie (0,15 %).

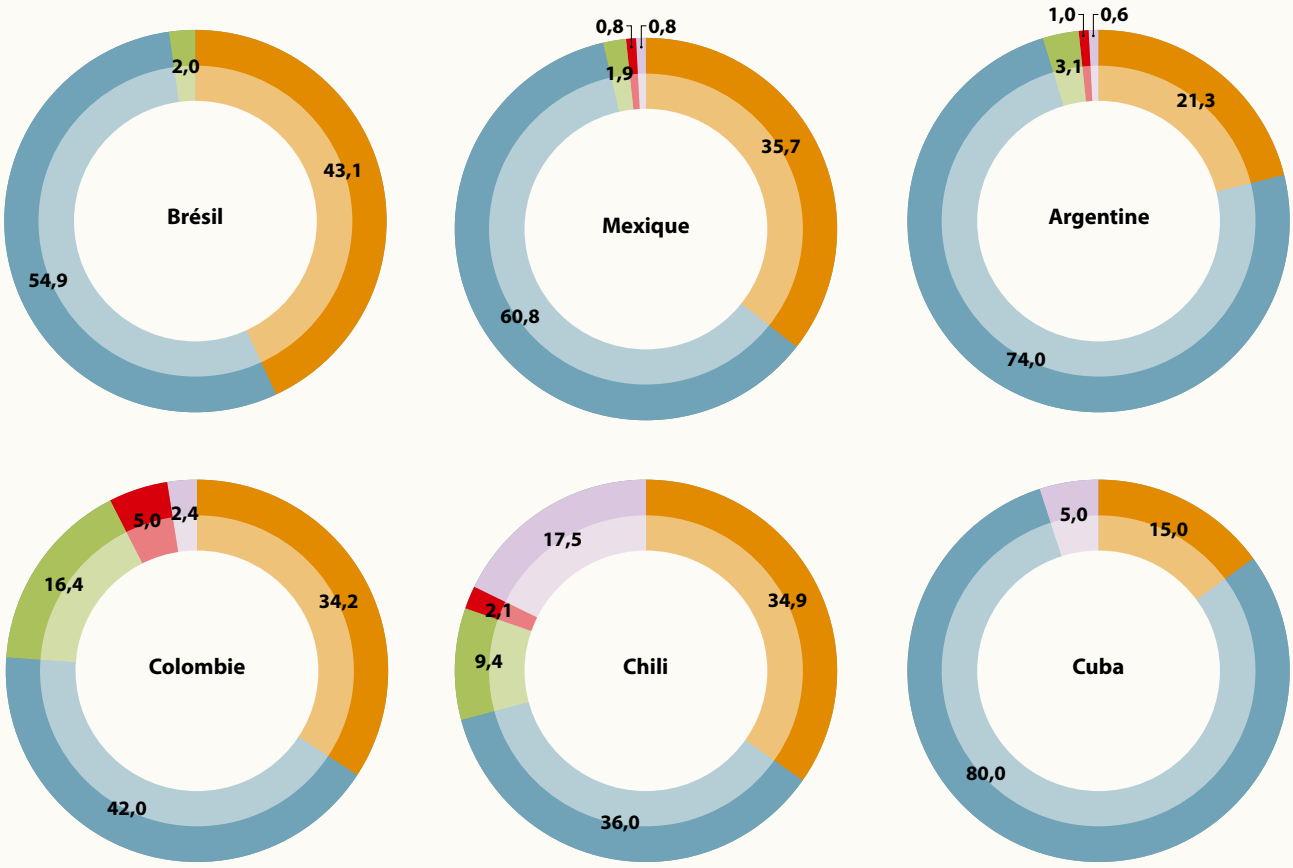
Les sciences agricoles représentent les deux tiers des dépenses en R&D du Paraguay

DIRD par domaine scientifique, 2012 (%)

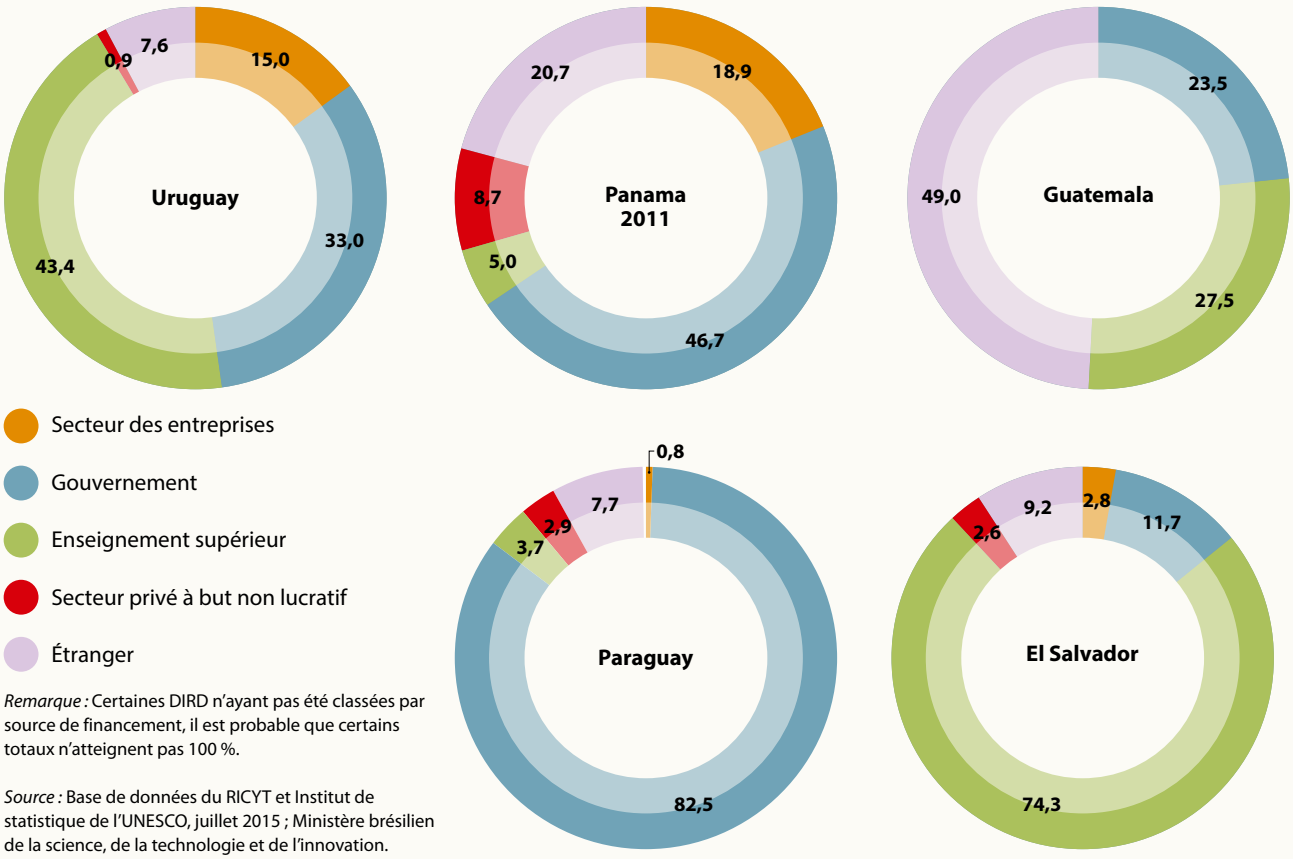


Le Brésil et le Mexique affichent les niveaux les plus élevés de financement privé de la R&D en Amérique latine

DIRD par source de financement, 2012 (%), les pays sont classés par ordre décroissant en fonction du volume de DIRD (en dollars PPA)



Le Panama affiche le niveau le plus élevé de R&D financée par des organisations sans but lucratif, grâce en grande partie à la présence sur son territoire de la Smithsonian Institution



Remarque : Certaines DIRD n'ayant pas été classées par source de financement, il est probable que certains totaux n'atteignent pas 100 %.

Source : Base de données du RICYT et Institut de statistique de l'UNESCO, juillet 2015 ; Ministère brésilien de la science, de la technologie et de l'innovation.

TENDANCES EN MATIÈRE DE PRODUCTION DE LA R&D

Hausse des publications, et notamment de celles corédigées avec des partenaires étrangers

Le nombre d'articles publiés par les auteurs d'Amérique latine dans les principales revues scientifiques répertoriées par le Science Citation Index Expanded a augmenté de 90 % entre 2005 et 2014, faisant passer la contribution régionale à l'échelle mondiale de 4,0 % à 5,2 %. La Colombie a enregistré la croissance la plus rapide (244 %), suivie de l'Équateur (152 %), du Pérou (134 %) et du Brésil (118 %) ; en Argentine (34 %) et au Mexique (28 %), la hausse a été plus modérée. Le volume global des publications scientifiques au Venezuela a quant à lui reculé de 28 % (figure 7.8).

Entre 2008 et 2014, 25 % des publications de la région étaient consacrés aux sciences biologiques, 22 % aux sciences médicales, 10 % à la physique, 9 % à la chimie et 8 % à chacun des domaines suivants : sciences agricoles, ingénierie et géosciences. Il convient de noter la part relativement élevée des articles consacrés à l'astronomie au Chili : 13 % (figure 7.8).

En dépit de l'augmentation du volume de publications latino-américaines, leur impact sur les percées scientifiques à l'échelle internationale demeure modeste. Les articles écrits en Amérique centrale sont plus souvent cités que ceux d'Amérique du Sud, mais cela peut être dû au fait que ces « sujets d'actualité » sont noyés dans la masse imposante de publications scientifiques émanant du sud du continent.

Il peut être plus intéressant d'évaluer les répercussions des publications par décennie plutôt que par année. Hirsch (2005) propose le dénommé indice *h*, qui révèle le nombre d'articles (*h*) d'un pays donné qui ont été cités au moins *h* fois. Entre 1996 et 2014, les indices *h* les plus élevés ont été obtenus par le Brésil (379), le Mexique (289), l'Argentine (273), le Chili (233) et la Colombie (169). Si l'on tient compte de la production scientifique globale pour cette même période, on constate que tous les pays d'Amérique latine (à l'exception du Brésil, du Mexique et du Salvador) obtiennent de meilleurs résultats mondiaux en matière d'indice *h* qu'en termes de nombre d'articles. Le Panama fournit un exemple extrême de cette tendance : il se classe 103e pour le nombre d'articles mais figure à la 63e place par rapport à l'indice *h*[12].

Depuis le début des années 1980, la copublication d'articles scientifiques entre plusieurs pays naît du souhait de certains scientifiques de conférer à leur travail une plus grande visibilité (Lemarchand, 2012). Ils sont ainsi amenés à collaborer avec des réseaux scientifiques plus étendus (États-Unis, UE, etc.). Les accords formels de coopération entre les pays ou les régions n'ont généralement que peu d'influence sur les copublications.

La plupart des pays d'Amérique latine ont conclu de nombreux accords ou traités bilatéraux avec d'autres pays dans la région et au-delà. En revanche, en matière de recherche collaborative, les partenaires sont principalement issus d'Amérique du Nord et d'Europe de l'Ouest. La coopération avec l'UE s'est d'ailleurs intensifiée depuis la signature de la *Déclaration de Madrid* en 2010 (encadré 7.2).

Tandis que le Brésil affiche un taux de copublication d'articles (28 %) semblable à la moyenne des pays du G20 et qu'un peu moins de la moitié des articles publiés au Mexique (45 %) et en Argentine (46 %) compte des collaborateurs étrangers, ce taux s'élève à plus de 90 % pour les pays de plus petite taille (figure 7.8) ; ces derniers dépendent d'ailleurs à un tel point des copublications internationales que, dans certains cas, le coauteur le plus emblématique est situé à l'étranger.

12. L'Institut Smithsonian de recherche tropicale au Panama est à l'origine de 63 % des articles scientifiques écrits entre 1970 et 2014 dans le pays. Cela explique sans doute l'excellent classement du Panama.

Encadré 7.2 : Vers un espace commun du savoir pour l'Europe et l'Amérique latine

La coopération scientifique birégionale entre, d'une part, l'Europe et, d'autre part, l'Amérique latine et les Caraïbes remonte au début des années 1980, lorsque la Commission des communautés européennes de l'époque et le Secrétariat de la Communauté andine ont signé un accord de coopération et créé une commission mixte chargée de superviser sa mise en œuvre. L'Europe a ensuite conclu des accords semblables avec les pays d'Amérique centrale et du MERCOSUR.

En 2010, le sixième sommet entre l'Union européenne et l'Amérique latine et les Caraïbes a identifié de nouvelles voies de coopération birégionale, entérinées dans la *Déclaration de Madrid*, qui accorde une attention particulière aux partenariats dans les domaines de l'innovation et la technologie aux fins du développement durable et de l'inclusion sociale.

Le sommet s'est fixé comme objectif à long terme la création d'un « espace commun du savoir » et a jeté les bases d'une Initiative conjointe pour la recherche et l'innovation, dans le cadre de laquelle environ 17 pays participent à un projet clé dénommé ALCUE Net. Ce projet, qui s'étend de 2013 à 2017, a mis en place une plateforme commune pour les décideurs, les institutions de recherche et le secteur privé issus des deux régions, qui couvre quatre domaines thématiques : les TIC ; la bioéconomie ; la biodiversité et le changement climatique ; les énergies renouvelables. Une deuxième initiative commune (ERANet LAC) met en œuvre des projets dans ces quatre domaines. Le premier appel à propositions de projet (2014-2015) a disposé d'un budget de 11 millions d'euros et le deuxième (2015-2016) d'un montant semblable.

Les partenaires ont également réalisé des activités prospectives, prévues jusqu'en novembre 2015, afin de bâtir une vision commune à long terme de la coopération birégionale.

Source : Carlos Aguirre-Bastos, Secrétariat national pour la science et la technologie (SENACYT), Panama.

Figure 7.8 : **Tendances en matière de publications scientifiques en Amérique latine et dans les Caraïbes, 2005-2014**

Une forte croissance dans de nombreux pays

La figure 8.9 (chapitre 8) présente le volume de publications au Brésil

4,0 %
Part mondiale des publications issues d'Amérique latine et des Caraïbes en 2005

5,2 %
Part mondiale des publications issues d'Amérique latine et des Caraïbes en 2014

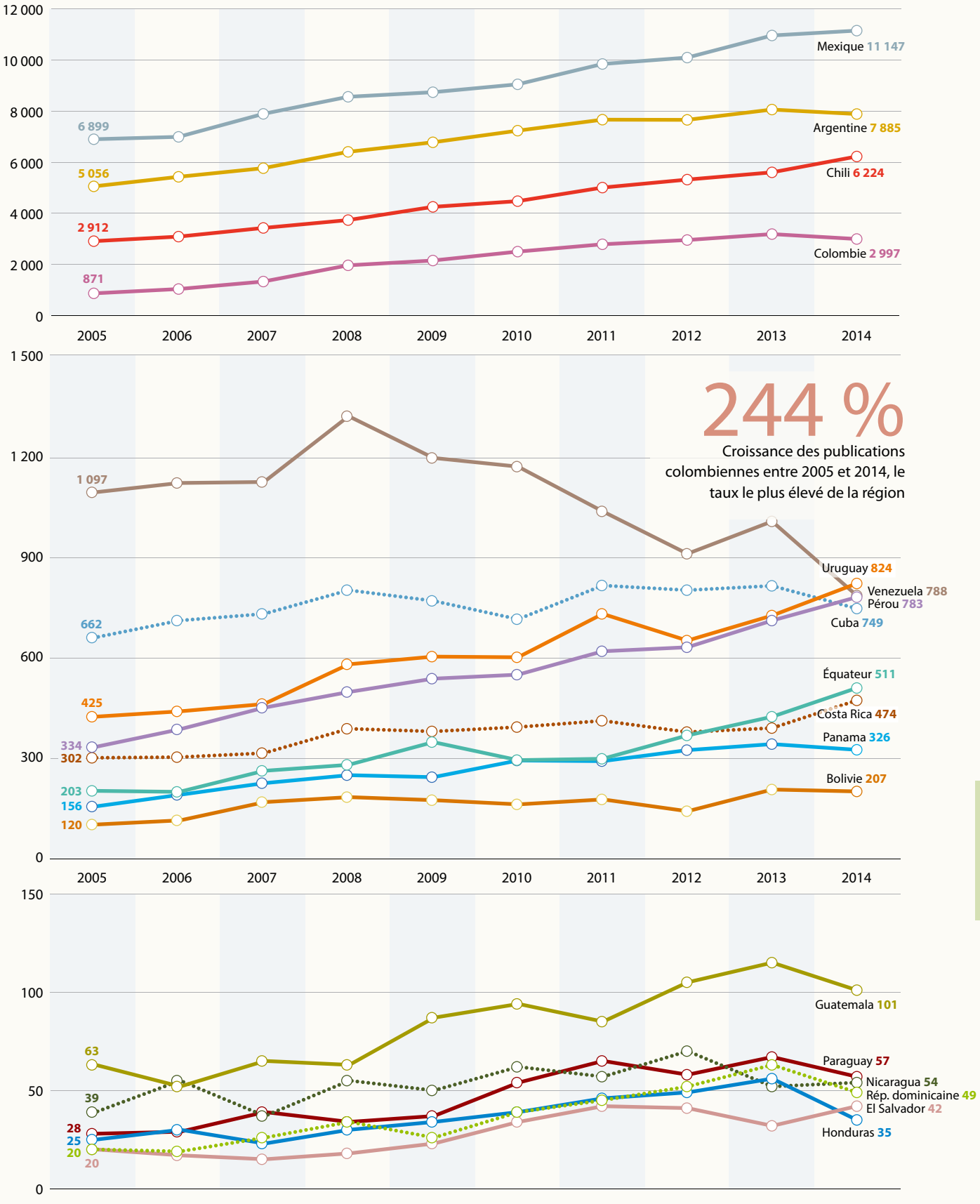
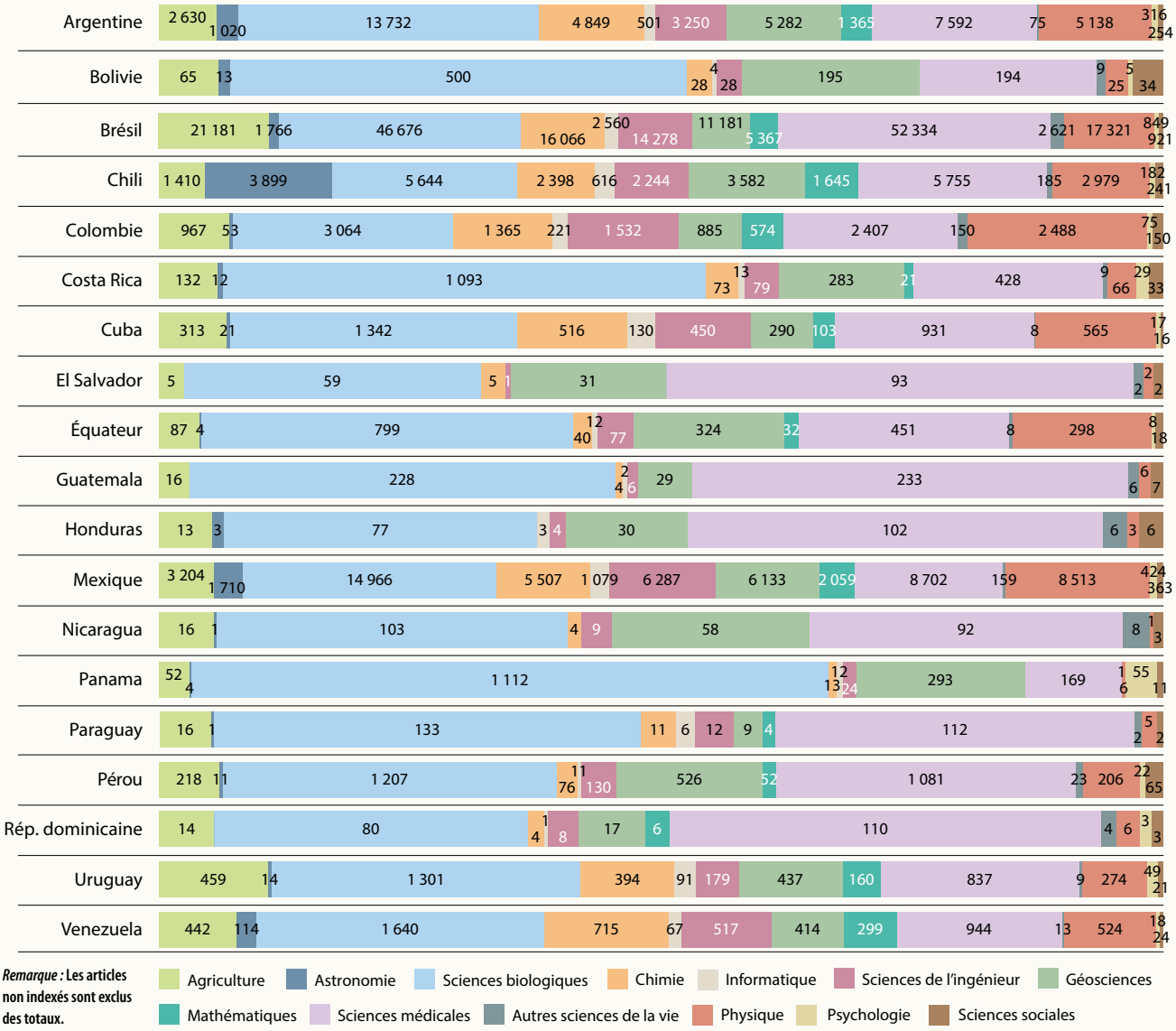


Figure 7.8 *(suite)*

Les sciences de la vie dominent la recherche en Amérique latine et dans les Caraïbes

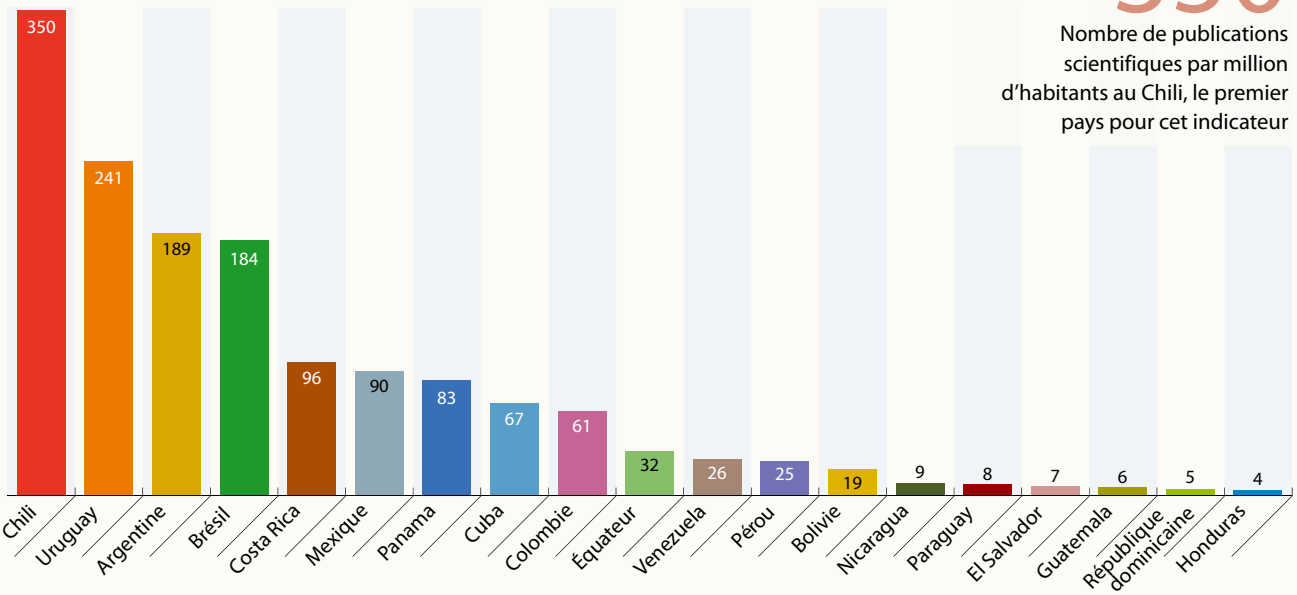
Totaux cumulés par discipline, 2008-2014



Remarque : **Les articles non indexés sont exclus des totaux.**

Le Chili affiche la plus forte intensité de publication, suivi par l'Uruguay

Publications par million d'habitants en 2014

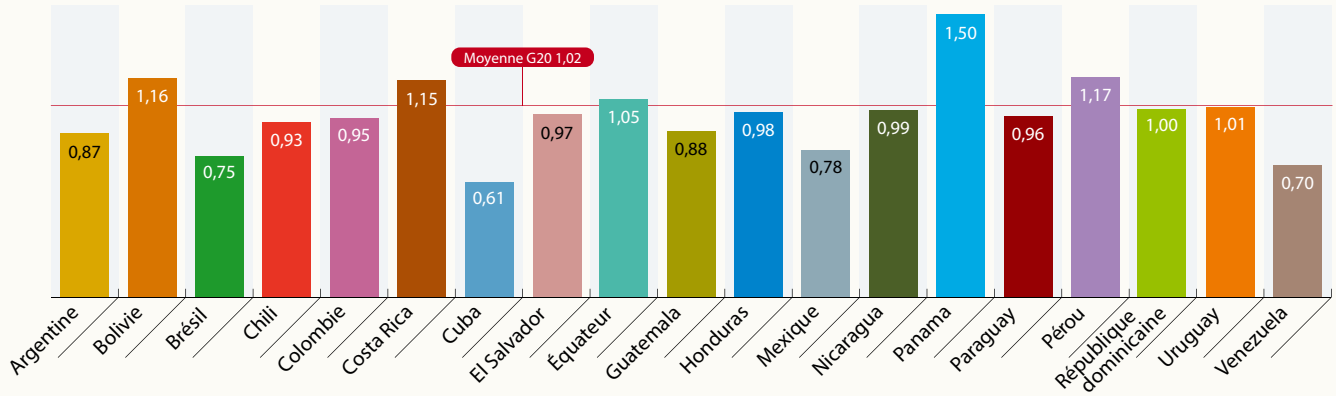


350

Nombre de publications scientifiques par million d'habitants au Chili, le premier pays pour cet indicateur

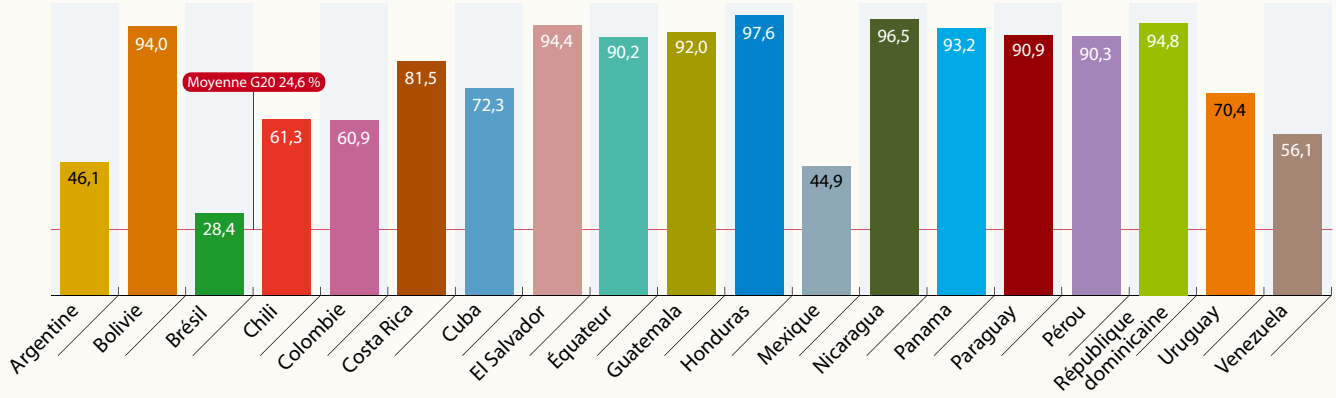
Les pays dont la production est modeste ont le taux de citation le plus élevé

Taux de citation moyen des publications, 2008-2012



La majorité des articles ont des coauteurs étrangers à l'exception des articles publiés en Argentine, au Brésil et au Mexique

Pourcentage d'articles ayant au moins un coauteur étranger, 2008-2014



Les États-Unis sont le principal partenaire de tous les pays à l'exception de Cuba ; le Brésil est un partenaire clé pour la plupart d'entre eux

Principaux partenaires étrangers, 2008-2014

	1er partenaire	2e partenaire	3e partenaire	4e partenaire	5e partenaire
Argentine	États-Unis (8 000)	Espagne (5 246)	Brésil (4 237)	Allemagne (3 285)	France (3 093)
Bolivie	États-Unis (425)	Brésil (193)	France (192)	Espagne (187)	Royaume-Uni (144)
Brésil	États-Unis (24 964)	France (8 938)	Royaume-Uni (8 784)	Allemagne (8 054)	Espagne (7 268)
Chile	États-Unis (7 850)	Espagne (4 475)	Allemagne (3 879)	France (3 562)	Royaume-Uni (3 443)
Colombie	États-Unis (4 386)	Espagne (3 220)	Brésil (2 555)	Royaume-Uni (1 943)	France (1 854)
Costa Rica	États-Unis (1 169)	Espagne (365)	Brésil (295)	Mexique (272)	France (260)
Cuba	Espagne (1 235)	Mexique (806)	Brésil (771)	États-Unis (412)	Allemagne (392)
El Salvador	États-Unis (108)	Mexique (45)	Espagne (38)	Guatemala (34)	Honduras (34)
Équateur	États-Unis (1 070)	Espagne (492)	Brésil (490)	Royaume-Uni (475)	France (468)
Guatemala	États-Unis (388)	Mexique (116)	Brésil (74)	Royaume-Uni (63)	Costa Rica (54)
Honduras	États-Unis (179)	Mexique (58)	Brésil (42)	Argentine (41)	Colombie (40)
Mexique	États-Unis (12 873)	Espagne (6 793)	France (3 818)	Royaume-Uni (3 525)	Allemagne (3 345)
Nicaragua	États-Unis (157)	Suède (86)	Mexique (52)	Costa Rica (51)	Espagne (48)
Panama	États-Unis (1 155)	Allemagne (311)	Royaume-Uni (241)	Canada (195)	Brésil (188)
Paraguay	États-Unis (142)	Brésil (113)	Argentine (88)	Espagne (62)	Uruguay/Pérou (36)
Pérou	États-Unis (2 035)	Brésil (719)	Royaume-Uni (646)	Espagne (593)	France (527)
Rép. dominicaine	États-Unis (168)	Royaume-Uni (52)	Mexique (49)	Espagne (45)	Brésil (38)
Uruguay	États-Unis (854)	Brésil (740)	Argentine (722)	Espagne (630)	France (365)
Venezuela	États-Unis (1 417)	Espagne (1 093)	France (525)	Mexique (519)	Brésil (506)

Remarque : Le chapitre 6 (CARICOM) présente les données relatives au Belize, au Guyana et au Suriname. Voir également la figure 8.9 consacrée exclusivement au Brésil.

Source : Plate-forme de recherche Web of Science de Thomson Reuters, Science Citation Index Expanded ; traitement des données par Science-Metrix.

Ainsi, deux institutions argentines, l'Université de Buenos Aires et le CONICET, ont copublié respectivement 50 % et 31 % des articles ayant au moins un auteur paraguayen entre 2010 et 2014, répertoriés par le Science Citation Index Expanded.

Les États-Unis sont les principaux partenaires en matière de copublication de la plupart des pays d'Amérique latine ; ils sont suivis par l'Espagne, l'Allemagne, le Royaume-Uni et, au vu du nombre considérable de copublications, la France (figure 7.8). Depuis le milieu des années 1990, le nombre de copublications latino-américaines a quadruplé (Lemarchand, 2010, 2012). Ces cinq dernières années, tous les pays ont augmenté de manière inédite leurs copublications avec des partenaires de la région, en particulier avec le Brésil et le Mexique (figure 7.8).

Le Chili, l'Uruguay et l'Argentine affichent les ratios les plus élevés en matière de publications par million d'habitants, mais en ce qui concerne les articles écrits par des chercheurs ETP, le Panama l'emporte (1,02), suivi par le Chili (0,93), l'Uruguay (0,38), le Brésil (0,26), le Mexique (0,26) et l'Argentine (0,19). La présence de l'Institut Smithsonian de recherche tropicale (originaire des États-Unis) au Panama et les observatoires astronomiques européens et d'Amérique du Nord installés au Chili ne sont sans doute pas étrangers aux bons résultats de ces deux pays. Dans les deux cas, certains articles attribués à des auteurs résidant au Chili ou au Panama ont en réalité été écrits par des chercheurs étrangers qui ne sont pas comptabilisés comme des chercheurs locaux.

Tableau 7.2 : **Articles scientifiques sur les systèmes de savoirs autochtones, 1990-2014**
Articles recensés dans le Science Citation Index Expanded et le Social Science Citation Index

	1990-2014		2010-2014	
	Articles sur les savoirs autochtones	Pourcentage de la production nationale	Articles sur les savoirs autochtones	Pourcentage de la production nationale
États-Unis	1 008	0,02	482	0,03
Australie	571	0,08	397	0,17
Canada	428	0,04	246	0,08
Royaume-Uni	425	0,02	196	0,04
Amérique latine				
Brésil	101	0,02	65	0,04
Mexique	98	0,05	42	0,06
Argentine	39	0,03	26	0,06
Chili	33	0,05	14	0,05
Colombie	32	0,10	19	0,12
Bolivie	26	0,80	17	1,40
Pérou	22	0,23	11	0,29
Venezuela	19	0,08	4	0,08
Costa Rica	12	0,18	7	0,31
Équateur	7	0,14	6	0,28
Guatemala	6	0,36	4	0,66
Panama	5	0,09	2	0,09
Cuba	5	0,03	3	0,07
Honduras	4	0,55	–	–
Uruguay	3	0,03	2	0,05
Nicaragua	–	–	2	0,60

Source : Estimations de l'auteur d'après les données brutes de Web of Science.

Les systèmes de savoirs autochtones suscitent un intérêt politique croissant

Les premiers articles scientifiques traitant des liens entre la science académique et les systèmes de savoirs autochtones ont été publiés au début des années 1990, quelques années avant que la Conférence mondiale sur la science de 1999 encourage cette interaction par l'intermédiaire de son *Agenda pour la science*. Cependant, le Science Citation Index Expanded et le Social Science Citation Index ne répertorient que 4 380 articles sur les savoirs autochtones entre 1990 et 2014, publiés principalement par les États-Unis, l'Australie, le Royaume-Uni et le Canada (tableau 7.2). Dans l'ensemble, jusqu'à présent, les savoirs autochtones semblent jouer un rôle négligeable dans le domaine de la recherche mondiale, même si plusieurs pays latino-américains leur consacrent plus d'attention depuis 2010.

La Bolivie affiche l'un des ratios les plus élevés d'articles sur les savoirs autochtones (1,4 %) à l'échelle régionale et probablement mondiale. Suite à l'élection du Président Evo Morales en 2006, le pays a tenté de placer la notion autochtone du *bien-vivre* au cœur de son système national d'innovation. Le Programme du gouvernement Morales pour la protection, le rétablissement et la systématisation des savoirs locaux et ancestraux en vue du développement social et productif est à l'origine de la loi relative à la protection des savoirs autochtones et d'autres projets, à savoir une politique nationale en matière de propriété intellectuelle ; des mécanismes visant à protéger la propriété intellectuelle stratégique ; l'enregistrement des savoirs supplémentaires ; et le rétablissement et la diffusion des savoirs locaux et ethniques par l'intermédiaire des TIC et de la loi susmentionnée (UNESCO, 2010). Le « rétablissement, la protection et l'utilisation des savoirs locaux et des connaissances techniques et ancestrales » sont une priorité pour le Vice-Ministre de la science et de la technologie. Le *Plan national relatif à la science et à la technologie* (2013) place les savoirs locaux et ancestraux au cœur de l'élaboration des politiques de STI. Il est à l'origine de plusieurs instruments, dont la loi sur la médecine traditionnelle ancestrale bolivienne (2013).

Ces dernières années, d'autres pays d'Amérique latine ont mis au point des instruments stratégiques visant à protéger les systèmes de savoirs autochtones et à les utiliser dans le cadre de l'élaboration des politiques de STI (encadré 7.3). La promotion de ces systèmes de savoirs est en outre l'une des priorités de l'UNASUR depuis 2010.

Des performances modestes en matière de dépôt de brevets

Le nombre de dépôts de brevets est relativement modeste en Amérique latine. Quel que soit le pays, le nombre de sociétés détenant un brevet oscille entre 1 et 5 % ; en Europe, ces chiffres vont de 15 à 30 % selon les pays (OMPI, 2015). Le dépôt de brevets par des ressortissants latino-américains dans les principaux pays développés est également très faible et témoigne de l'absence de compétitivité internationale dans le domaine technologique.

L'utilisation des données fournies par le Traité de coopération en matière de brevets (PCT) est le meilleur moyen de comparer les taux de délivrance de brevets à l'échelle internationale[13]. Ce système permet de solliciter la protection d'une invention par un brevet dans un grand nombre de pays simultanément en déposant une seule demande de brevet dite internationale. Deux des dix principaux offices des brevets mondiaux sont situés en Amérique latine, à savoir au Brésil et au Mexique. À l'échelle régionale, le Chili détient le plus grand nombre de demandes de brevet par million d'habitants (187), ce qui reflète les politiques d'innovation suscitées par la Corporation pour le développement de la production (Corporación de Fomento de la Producción de Chile, CORFO) au cours des 10 dernières années (Navarro, 2014). Le Brésil, le Mexique, le Chili et l'Argentine concentrent le plus grand nombre de demandes et de délivrances de brevets (figure 7.9).

Les cinq principaux domaines ayant fait l'objet de demandes internationales de brevets en vertu du PCT sont : les machines et appareils électriques, l'énergie électrique ; la communication numérique ; l'informatique ; les techniques de mesure et la technologie médicale. En 2013, les brevets délivrés dans ces domaines en Amérique latine représentaient environ 1 % de ceux octroyés aux pays à revenu élevé.

13. En 2014, le PCT comptait 148 parties contractantes. L'Argentine, la Bolivie, le Paraguay, l'Uruguay et le Venezuela n'en font pas partie (OMPI, 2015).

Encadré 7.3 : Les savoirs autochtones suscitent un intérêt croissant des politiques en Amérique latine

La Bolivie n'est pas le seul pays d'Amérique latine qui s'efforce d'intégrer les savoirs autochtones dans les politiques de STI. Le Pérou a été l'un des premiers à reconnaître l'importance des savoirs autochtones et à les protéger légalement par l'intermédiaire de son régime de protection des savoirs traditionnels (2002). Plusieurs initiatives ont depuis été lancées dans le but de promouvoir le transfert de technologie aux communautés rurales et autochtones, dont les Projets d'extension et de transfert technologiques (PROTEC) en 2010 ou le concours organisé par le Conseil national de la science, de la technologie et de l'innovation technologique (CONCYTEC) en 2012 et intitulé « Del Perú para el mundo: quinua, el alimento del futuro ».

En 2008, la Constitution de l'Équateur a conféré au Système national de la science, de la technologie, de l'innovation et des savoirs ancestraux la responsabilité de « rétablir, renforcer et favoriser les savoirs ancestraux » ; l'Équateur est ainsi devenu le premier pays de la région à codifier les références aux savoirs ancestraux et la STI au plus haut niveau de l'État. Les programmes dirigés par le Ministère de l'enseignement supérieur, de la science et de la technologie, dont ceux portant sur la recherche et l'innovation dans le dialogue sur les savoirs (2013) ou sur les savoirs traditionnels et le changement climatique, œuvrent à l'intégration et à la promotion des savoirs ancestraux.

En Colombie, la promotion et le renforcement de « la recherche interculturelle, en accord avec les peuples autochtones, leurs autorités et leurs anciens, afin de protéger la diversité culturelle, la biodiversité, les savoirs traditionnels et les ressources génétiques » figurent parmi les objectifs généraux de Colciencias. Des instruments ont été mis au point à cette fin, à l'instar de *A Ciencia Cierta* (2013) et *Ideas para el Cambio* (2012).

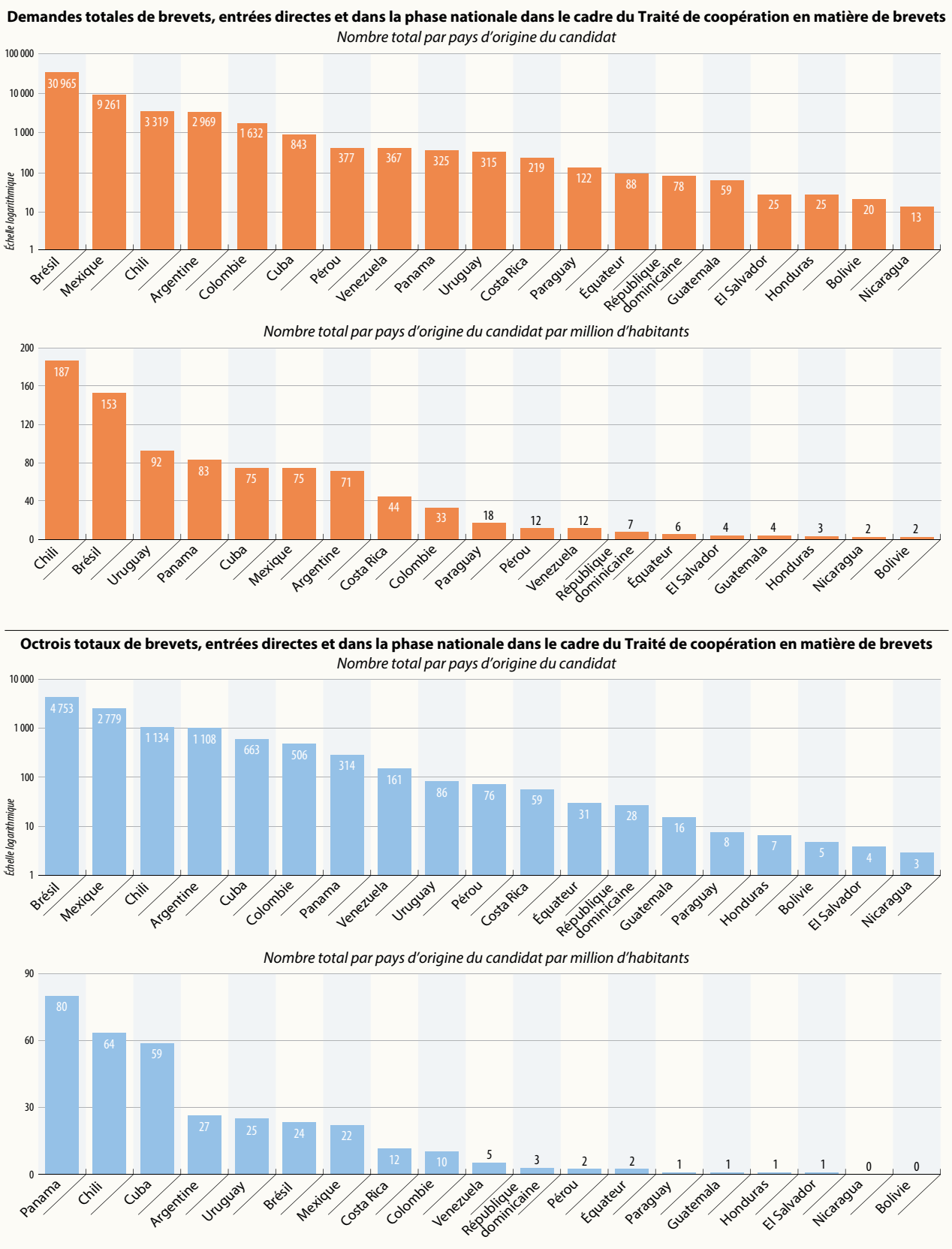
En 2013, le Conseil national mexicain pour la science et la technologie (CONACYT) a déclaré que, dans le cadre de sa stratégie de croissance, « l'innovation visera à bénéficier aux plus démunis, et les groupes autochtones feront l'objet d'une attention spéciale ». Le CONACYT a ensuite appelé à consacrer des recherches à l'éducation autochtone et interculturelle et a lancé son Programme de renforcement académique pour les peuples autochtones : aide complémentaire aux femmes autochtones boursières. Un troisième programme de bourses permet aux étudiants autochtones de réaliser leur doctorat à l'étranger.

Si les savoirs autochtones ne sont pas mis en avant dans le plan national argentin pour la STI intitulé *Argentina Innovadora 2020* (2013), plusieurs initiatives ont toutefois été mises en œuvre afin d'intégrer les systèmes de savoirs autochtones aux processus d'innovation. Les projets sur la Récupération des technologies ancestrales en matière d'eau, de terre et de conservation de l'agriculture autochtone comme moyen d'adaptation au changement climatique (2009) et l'Industrialisation des fibres fines des camélidés aux fins de l'inclusion sociale (2013) en sont deux exemples.

Dernier point, mais non des moindres, le Ministère brésilien de la science et de la technologie compte mettre en place une approche de l'enregistrement, de la protection, de la promotion, de la diffusion et de la valorisation des savoirs traditionnels qui ne sera pas exclusivement centrée sur les brevets. Parallèlement, le Programme des communautés traditionnelles – Science et technologie – équipe les villageois et communautés autochtones de produits technologiques afin de leur rendre la vie plus facile.

Source : Ernesto Fernandez Polcuch et Alessandro Bello, UNESCO.

Figure 7.9 : **Demandes et octrois de brevets en Amérique latine, 2009-2013**



Source : OMPI (2015).

On constate une tendance croissante parmi les institutions publiques de recherche à déposer des brevets dans des domaines liés aux ressources naturelles (exploitation minière et surtout agriculture). C'est le cas, par exemple, pour l'Enterprise brésilienne de recherche agricole (Embrapa), l'Institut national de technologie agricole (INTA) en Argentine et l'Institut national de recherche agricole (INIA) en Uruguay.

Les quatre principaux demandeurs de brevets en Amérique latine entre 1995 et 2014 étaient brésiliens : 304 demandes pour Whirlpool SA, une filiale de Whirlpool Corporation aux États-Unis (moteurs, pompes et turbines) ; 131 pour Petrobrás (chimie des matières premières) ; 115 pour l'Université fédérale du Minas Gerais (produits pharmaceutiques) et 115 également pour Embraco (moteurs, pompes et turbines) [OMPI, 2015].

La quête de politiques innovantes performantes

Les enquêtes sur l'innovation deviennent une pratique courante dans plusieurs pays d'Amérique latine. Depuis le milieu des années 1990, pas moins de 60 enquêtes de ce type ont été réalisées dans 16 pays (tableau 7.3). L'Argentine en a ainsi 9 à son actif, le Chili 8, le Mexique 7 et le Brésil et la Colombie 5 chacun (voir les résultats de la dernière enquête sur l'innovation en date au Brésil dans le chapitre 8). À l'échelle régionale, les petites et moyennes entreprises (PME) représentent 99 % du tissu entrepreneurial et créent 40-80 % des emplois (CEPALC, 2015a).

Quoi qu'en disent les entreprises dans le cadre des enquêtes sur l'innovation, leur contribution à la R&D demeure limitée. Cela est d'autant plus regrettable que l'industrie locale pourrait profiter de la demande d'innovation pour gagner en compétitivité. Le capital d'innovation mesure la capacité d'une société à innover et à diffuser ses innovations. Dans les pays d'Amérique latine, le stock de capital ne représente en moyenne que 13 % de l'économie, soit moins de la moitié de la moyenne de l'OCDE (30 %). Plus de 40 % du stock de capital basé sur la connaissance provient de l'enseignement supérieur (5,6 % du PIB) et seulement 10 % de la R&D (1,3 % du PIB), le principal moteur de l'innovation.

D'après Crespi *et al.* (2014), les retours sur investissements privés en Amérique latine varient en fonction du type d'innovation ; ils sont ainsi plus importants pour les innovations de produit que pour les innovations de procédé (voir également le chapitre 2). Il en va de même pour leurs retombées, ce qui suggère que l'écart entre le rendement privé et social des innovations peut être plus marqué dans le cas des innovations de produit, un aspect à prendre en considération lors de l'élaboration des politiques pertinentes. L'étude montre également que les multinationales opérant généralement en Amérique latine ont moins tendance à investir dans la R&D locale et sont donc moins susceptibles d'innover. Crespi et Zuniga (2010) ont constaté en Argentine, au Chili, en Colombie, au Costa Rica, au Panama et en Uruguay, que les entreprises qui investissent dans le savoir sont en mesure d'introduire de nouvelles technologies. En outre, la productivité de la main-d'œuvre est plus élevée dans les entreprises innovantes que dans les autres. Crespi *et al.* (2014) tiennent compte du fait souvent observé que les entreprises des pays en développement consacrent rarement des activités formelles de R&D à la technologie de pointe et préfèrent se heurter à la difficulté d'acquérir et d'absorber efficacement les nouvelles technologies. D'autres études nationales et régionales suggèrent que la faiblesse institutionnelle des organisations responsables de la coordination des politiques en matière

Tableau 7.3 : **Pourcentage d'entreprises manufacturières engagées dans des activités d'innovation en Amérique latine**
Pays sélectionnés

	Année/période	Entreprises manufacturières engagées dans des activités internes de R&D (%)	Entreprises manufacturières externalisant les activités de R&D (%)	Entreprises manufacturières ayant acquis des machines, de l'équipement et des logiciels (%)	Entreprises manufacturières ayant acquis des connaissances externes (%)	Entreprises manufacturières réalisant des activités de formation (%)	Entreprises manufacturières engagées dans des activités d'innovation de commercialisation (%)	Nombre total d'enquêtes sur l'innovation réalisées dans le pays
Argentine	2007	71,9	19,3	80,4	15,1	52,3	–	9
Brésil	2009-2011	17,3	7,1	84,9	15,6	62,8	33,7	5
Colombie	2009-2010	22,4	5,8	68,6	34,6	11,8	21,4	5
Costa Rica	2010-2011	76,2	28,3	82,6	38,9	81,2	–	4
Cuba	2003-2005	9,8	41,3	90,2	36,6	22,1	83,8	2
El Salvador	2010-2012	41,6	6,7	–	–	–	82,7	1
Équateur	2009-2011	34,8	10,6	74,5	27,0	33,7	10,6	1
Mexique	2010-2011	42,9	14,5	35,4	2,6	12,5	11,4	7
Panama	2006-2008	11,4	4,7	32,2	8,5	10,0	–	3
Uruguay	2007-2009	38,7	4,3	78,2	14,5	50,2	–	5

Remarque : Les pays suivants ont également réalisé des enquêtes sur l'innovation dans la région : Chili (8), Guatemala (1), Paraguay (2), Pérou (3), République dominicaine (2) et Venezuela (2).

Source : Institut de statistique de l'UNESCO ; voir également le chapitre 2 du présent rapport.

de recherche et d'innovation constitue le principal écueil que devra surmonter la région[14].

Le Brésil et, dans une moindre mesure, l'Argentine, le Chili et le Mexique, ont réalisé des progrès vers l'intégration de la politique publique d'innovation en créant des fonds sectoriels et en reliant la politique industrielle aux objectifs des fonds en matière d'innovation. Cependant, dans presque toute l'Amérique latine, les politiques de STI sont rarement indexées sur les compétences, et les politiques industrielles sont généralement limitées et cloisonnées (CEPALC, 2014 ; Crespi et Dutrénit, 2014).

En Colombie, le gouvernement s'appuie sur trois grands mécanismes pour soutenir les investissements des entreprises dans la R&D. Premièrement, la Banque nationale de développement, sous la direction de Colciencias et d'autres organismes gouvernementaux compétents, fournit des crédits aux projets novateurs à des taux d'intérêt inférieurs à ceux du marché. Deuxièmement, un régime d'incitations fiscales propose des exonérations s'élevant jusqu'à 175 % pour les investissements dans la R&D pendant la période imposable. Troisièmement, plusieurs agences gouvernementales subventionnent les activités des entreprises liées à l'innovation et à la recherche.

Au Pérou, le Conseil national de la science, de la technologie et de l'innovation technologique (CONCYTEC) entretient un lien étroit avec la présidence du Conseil des ministres depuis 2011 et son budget a bondi de 6,3 millions de dollars des États-Unis en 2012 à environ 43 millions en 2014. Parallèlement à cela, de nouveaux instruments stratégiques ont été mis au point afin de réduire les goulets d'étranglement du système de l'innovation et d'accroître la R&D des entreprises. Citons par exemple la création en 2013 d'un abattement fiscal de 30 % sur les activités innovantes et la mise en place, dans le cadre du système financier, d'un fonds pour financer les garanties de crédit ou les mécanismes de partage des risques.

En 2009, le Mexique a lancé un programme d'incitation à l'innovation axé autour de trois piliers : INNOVAPYME (pour les petites et les moyennes entreprises), PROINNOVA (pour les technologies nouvelles et potentielles) et INNOVATEC (pour les grandes entreprises). Ce dernier fonctionne comme un mécanisme de subventions assorti de financements de contrepartie ; en 2014, le budget public s'élevait à 295 millions de dollars des États-Unis. Le Fonds institutionnel régional pour le développement scientifique, technologique et l'innovation (FORDECYT) complète ce programme d'incitation ; il se concentre sur les projets ayant vocation à résoudre des problèmes dans différentes régions et promeut la recherche scientifique, le développement technologique et les solutions innovantes à fort impact, ainsi que la formation spécialisée.

14. Voir, par exemple, les examens de l'OCDE des politiques d'innovation au Panama (2015), en Colombie (2014) et au Pérou (2013), ainsi que les études régionales de l'OCDE sur le Chili et le Mexique (2013a, 2013b) ou les études de la CNUCED sur El Salvador et la République dominicaine (CNUCED, 2011, 2012). Remarque : tous ces documents sont en anglais. Pour des études régionales, voir Crespi et Dutrénit (2014) et BID (2014b) ; pour l'Amérique centrale dans son ensemble, voir Pérez *et al.* (2012).

D'autres mécanismes ciblent les secteurs où les pays bénéficient d'un avantage concurrentiel mais peuvent mieux faire. Citons, entre autres exemples, le Fonds de technologie agricole (INCAGRO-FTA) au Pérou, ou encore le Fonds de recherche dans le domaine de la pêche (FIP) et le Fonds de recherche agricole (FIA) au Chili.

Adoptée en 2012, l'initiative *Argentina Innovadora 2020* promeut les synergies au sein du système national d'innovation en créant des groupes au sein des « pôles socioproductifs stratégiques » ayant un fort impact socioéconomique et technologique. Le nouveau groupe de bioraffineries fédère ainsi la recherche dans la bioénergie, les polymères et les composés chimiques. Quatre usines pilotes ont vu le jour suite à des accords conclus entre les institutions de recherche publique et d'enseignement dans le secteur productif ; des activités de recherche appliquée et de formation d'experts sur le terrain y seront réalisées. Cette initiative s'inspire d'expériences réussies datant des années 1970, telles que la création d'une usine pilote de génie chimique (PLAPIQUI) dans le cadre du consortium rassemblant l'Université nationale du Sud, le Conseil national de la recherche scientifique et technique (CONICET) et le Pôle pétrochimique Bahía Blanca. PLAPIQUI est désormais à l'origine d'un grand nombre de brevets, de documents scientifiques et de thèses de doctorat.

Le secteur privé s'active de plus en plus pour promouvoir l'innovation dans les politiques publiques. La région compte plusieurs conseils d'entreprise, dont le Conseil pour la compétitivité et l'innovation au Chili (créé en 2006) et le Conseil privé de compétitivité en Colombie (2007). Les entreprises privées participent également activement à la préparation du programme péruvien de compétitivité. En outre, le secteur privé participe à de nombreux conseils, comme le Forum consultatif scientifique et technologique au Mexique (2002) ou la Commission consultative sur la haute technologie (CAATEC) au Costa Rica.

Parallèlement, plusieurs villes latino-américaines aspirant à devenir des pôles d'innovation mettent en place des incitations fiscales et d'autres mécanismes et commencent à investir massivement dans la technologie et l'innovation. Citons par exemple Buenos Aires et Bariloche (Argentine), Belo Horizonte et Recife (Brésil), Santiago (Chili), Medellín (Colombie), Guadalajara et Monterrey (Mexique) et Montevideo (Uruguay).

Utilisation consciente de l'innovation à des fins d'inclusion sociale

La recherche et l'innovation au service de l'inclusion sociale peuvent être définies comme des processus et des résultats bénéficiant aux personnes démunies. Ces dernières années, ce domaine a inspiré de nombreux instruments politiques et recherches théoriques et empiriques (tableau 7.1, point h) [Thomas *et al.*, 2012 ; Crespi et Dutrénit, 2014 ; Dutrénit et Sutz, 2014]. La plupart de ces études ont mis en évidence l'incapacité des programmes locaux de STI à satisfaire les besoins des populations, ainsi que le rôle déterminant des technologies disponibles dans la promotion de l'inclusion sociale.

En 2010, l'Uruguay a approuvé son premier *Plan national stratégique pour la science, la technologie et l'innovation* (PENCTI), dans lequel il reconnaît l'importance de l'inclusion sociale. La Bolivie, la Colombie, l'Équateur et le Pérou ont aligné leur

évaluation des problèmes urgents sur les besoins nationaux, régionaux et/ou sectoriels.

Des efforts ont été déployés notamment pour réorienter la STI, ainsi que les savoirs et le savoir-faire traditionnels, vers la recherche de solutions aux problèmes sociaux, environnementaux ou de production à l'échelle nationale et locale (voir l'article de Bortagaray et Gras dans Crespi et Dutrénit, 2014).

En Colombie, le programme de Colciencias, Ideas para el Cambio (2002), s'appuie sur la réflexion innovante pour trouver des solutions pratiques bénéficiant aux populations pauvres et exclues. Cette démarche ouvre une perspective nouvelle et contribue à diffuser l'importance de l'innovation et de la technologie non seulement pour les entreprises et les instituts de recherche, mais également pour la société dans son ensemble (BID, 2014b). Au Brésil, l'Agence de financement des études et projets d'innovation (FINEP) a mis au point des instruments stratégiques semblables, comme le Programme pour le développement et la diffusion de technologies à fort impact social (Prosocial) et le Programme des technologies résidentielles (Habitare). Le Mexique a mis en place le Fonds sectoriel pour la recherche et le développement lié à l'eau et le Fonds sectoriel de recherche pour le développement social. En Uruguay, le projet Connectivité éducative/informatique de base pour l'apprentissage en ligne (CEIBAL) est à l'origine d'un nombre étonnamment élevé de solutions techniques et sociales innovantes qui vont au-delà de l'objectif initial qui consistait à doter chaque élève d'un ordinateur.

Pour sa part, le Pérou a intégré les transferts de technologie dans les programmes de réduction de la pauvreté, qui ont connu un succès relatif dans le renforcement des conglomérats et des chaînes de production. Citons le projet INCAGRO, Programme pour l'innovation et la compétitivité de l'agriculture péruvienne, et le réseau de Centres d'innovation technologique (CITE) géré par le Ministère de la production. Ces deux initiatives n'ont pas été mises en œuvre dans le cadre du système national d'innovation, et si l'INCAGRO a obtenu des résultats remarquables, le réseau CITE manque quant à lui de fonds pour élargir son champ d'action et améliorer ses services.

DOMAINES DE CROISSANCE POUR LA R&D

L'Argentine et le Brésil en quête d'autonomie spatiale

Plusieurs pays latino-américains se sont dotés de leur propre agence spatiale (tableau 7.4). Réunis, ils investissent plus de 500 millions de dollars des États-Unis par an dans les programmes spatiaux. À la fin des années 1980 et 1990, le Brésil a investi près de 1 milliard de dollars dans le développement d'infrastructures spatiales pour l'Institut national de la recherche spatiale (INPE). En 1993, le premier satellite scientifique entièrement construit au Brésil (SCD-1) a été lancé. En 1996, l'Argentine lui emboîtait le pas avec son premier satellite scientifique (SAC-B) dont la mission était l'étude de la physique solaire et l'astrophysique. Les deux pays possèdent désormais la masse critique de compétences et d'infrastructures requise pour développer plusieurs technologies spatiales. Ils sont en outre déterminés à maîtriser l'ensemble de la chaîne des technologies spatiales, allant des sciences des matériaux aux technologies de propulsion en passant par la conception technique, la télédétection, les radars à synthèse d'ouverture, les télécommunications et le traitement d'images.

ARSAT-1, le premier satellite de communication entièrement construit en Amérique latine, a été placé en orbite géostationnaire autour de la Terre en octobre 2014. Construit par INVAP, une entreprise publique argentine, il a coûté 250 millions de dollars des États-Unis. Grâce à cette prouesse, l'Argentine a rejoint le club exclusif des 10 pays possédant cette technologie. Ce projet est le premier d'un ensemble de trois satellites géosynchrones au service non seulement de l'Argentine mais également d'autres pays dans la région. ARSAT-2 a été lancé en septembre 2015 depuis la Guyane française et le lancement d'ARSAT-3 est prévu pour 2017.

Une nouvelle génération de satellites scientifiques est prête à être lancée. La série de satellites d'observation de la Terre SAOCOM 1 et 2 utilisera des données de télédétection qui intégreront un radar à synthèse d'ouverture conçu et construit en Argentine. L'initiative SABIA-MAR, fruit de la collaboration entre l'Argentine et le Brésil, a pour mission d'étudier les écosystèmes océaniques, le cycle du carbone, la cartographie des habitats marins, les côtes et les risques côtiers, les eaux intérieures et la pêche. La nouvelle série SARE, conçue pour élargir l'observation de la Terre depuis l'espace à l'aide de micro-ondes et de radars optiques, est également en cours d'élaboration. L'Argentine prépare également avec les projets TRONADOR I et II de nouvelles technologies de lancement.

L'Amérique latine à l'heure de la science de la durabilité

En 2009, une série de forums réunissant des ministres et d'autres hauts fonctionnaires latino-américains a hissé le développement durable en haut de la liste des priorités (UNESCO, 2010). Les décideurs, prenant en considération certaines caractéristiques de la région, ont reconnu la nécessité de mettre en place un programme de recherche spécifique sur la science de la durabilité axé sur la coopération régionale.

L'Amérique latine abrite de nombreux hauts lieux de la biodiversité mondiale, ainsi que le plus vaste puits de carbone terrestre au monde. Elle possède par ailleurs un tiers des réserves mondiales d'eau douce et 12 % des terres arables. Plusieurs pays ont un fort potentiel en matière d'utilisation et de développement de sources d'énergie propre et renouvelable.

Le sous-continent affiche également l'un des taux les plus élevés de perte de biodiversité en raison de la conversion des écosystèmes naturels. La conservation et la gestion durable des écosystèmes naturels sont en outre entravées par l'extension des frontières agricoles, les problèmes fonciers et ceux liés à l'accréditation des propriétés rurales. L'Amérique centrale et les Caraïbes sont pour leur part très vulnérables aux cyclones tropicaux. Les écosystèmes côtiers et des bassins versants sont dégradés par l'augmentation de la pollution et de la demande de ressources et d'énergie dues à l'expansion urbaine (UNESCO, 2010).

Au Nicaragua, les scientifiques sont préoccupés par l'impact environnemental du projet de canal reliant les océans Atlantique et Pacifique via le lac Nicaragua, le principal réservoir d'eau douce de l'Amérique centrale. En juin 2013, l'Assemblée nationale nicaraguayenne a adopté une loi accordant une concession de 50 ans à une entreprise privée de Hong Kong (Chine). En août 2015, la construction de cette voie de navigation controversée n'avait pas encore commencé.

Tableau 7.4 : **Agences spatiales nationales et principaux fournisseurs nationaux de technologie spatiale en Amérique latine**

Pays	Institution	Nom en français	Création	Spécialisation
Argentine	Comisión Nacional de Investigaciones Espaciales (CNIE)	Commission nationale de la recherche spatiale	1960-1991	Systèmes de propulsion et mise au point de fusées ; projets CONDOR I et II, renforcement des capacités
Argentine	Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE)	Commission nationale des activités spatiales	1991	Élaboration et planification du programme spatial, exploitation du Centre spatial de Córdoba, renforcement des capacités. Mise au point des satellites SAC-A, SAC-B, SAC-C, SAC-D/Aquarius, SAOCOM 1 et 2, SABIA-MAR, SARE et des systèmes de propulsion TRONADOR I & II
Argentine	INVAP	Entreprise publique spécialisée dans les technologies nucléaires et spatiales	1976	Conception technologique et construction des satellites SAC-A, SAC-B, SAC-C, SAC-D/Aquarius, SAOCOM 1 et 2, SABIA-MAR, SARE, ARSAT I, II et III
Bolivie	Agencia Boliviana Espacial (ABE)	Agence spatiale bolivienne	2012	*Tupak Katari* (2013), satellite de communication mis au point en Chine
Brésil	Comissão Nacional de Atividades Espaciais (CNAE)	Commission nationale d'activités spatiales	1963-1971	Études en matière de propulsion spatiale, lancements de fusée, analyse par télédétection, renforcement des capacités
Brésil	Agência Espacial Brasileira (AEB)	Agence spatiale brésilienne	1994	Conception et planification des satellites CBERS (satellite sino-brésilien d'exploration des ressources terrestres), Amazônia-1 (2015), EQUARS, MIRAX, SCD1, SCD2
Brésil	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE)	Institut national de recherche spatiale	1971	Construction et conception technologique des satellites SCD-1, CBERS (voir AEB), Amazônia-1 (2015), EQUARS, MIRAX, Satélite Cientifíco Lattes, Satélite GPM–Brasil, SARE, SABIA-MAIS
Colombie	Comisión Colombiana del Espacio (CCE)	Commission colombienne de l'espace	2006	Planification des applications spatiales
Costa Rica	Asociación Centroamericana de Aeronáutica y el Espacio (ACAE)	Association aéronautique et spatiale d'Amérique centrale	2010	Planification des applications spatiales ; élaboration d'un projet de satellite picosat (2016)
Mexique*	Agencia Espacial Mexicana (AEM)	Agence spatiale mexicaine	2010	Planification de la recherche spatiale et applications
Pérou	Agencia Espacial del Perú (CONIDA)	Agence spatiale du Pérou	1974	Planification de la recherche spatiale et applications
Uruguay	Centro de Investigación y Difusión Aeronáutico-Espacial (CIDA-E)	Centre de recherche et de diffusion aéronautiques et spatiales	1975	Planification de la recherche spatiale et vulgarisation
Venezuela	Agencia Bolivariana para Actividades Espaciales (ABAE)	Agence bolivarienne d'activités spatiales	2008	Planification de la recherche spatiale et vulgarisation

* Depuis 1991, l'Université nationale autonome du Mexique (UNAM) construit des satellites scientifiques. Le premier (UNAMSAT-1) a explosé pendant le lancement en 1996 ; UNAMSAT-B est resté en orbite pendant un an.

Remarque : De plus amples détails sur le programme CBERS sont disponibles dans le chapitre consacré au Brésil du *Rapport de l'UNESCO sur la science 2010*.

Source : Données compilées par l'auteur.

La nature complexe du développement durable, où les processus sociaux, économiques et biogéophysiques ont tendance à se chevaucher, requiert une approche transdisciplinaire et la mise en œuvre d'un programme régional de recherche (Lemarchand, 2010), ainsi que de nouveaux mécanismes financiers étayant la R&D connexe à l'échelle régionale et le renforcement des capacités en matière de science de la durabilité (Komiyama *et al.,* 2011).

Ces deux dernières décennies, la progression des publications d'articles scientifiques sur des sujets liés au développement durable a été 30 % plus rapide en Amérique latine que dans le reste du monde. Cette tendance souligne l'intérêt croissant que suscite la science de la durabilité dans la région. Cependant, on constate (comme partout ailleurs) le nombre insuffisant de programmes d'enseignement supérieur consacrés à ce domaine. En 2015, l'Université des Nations Unies à Tokyo a lancé le premier programme de doctorat en science de la durabilité au monde. Les universités latino-américaines devraient elles aussi proposer des études de doctorat dans ce nouveau domaine interdisciplinaire.

Une lueur d'espoir pour les énergies renouvelables

Au début de l'année 2014, au moins 19 pays de la région comptaient des politiques relatives aux énergies renouvelables et au moins 14 d'entre eux s'étaient fixés des objectifs pertinents, pour la plupart dans le domaine de la production d'électricité. L'Uruguay vise à produire 90 % de son électricité à partir de sources renouvelables en 2015. En dépit d'un taux moyen d'électrification de près de 95 %, l'un des plus élevés parmi les régions en développement, l'accès à l'énergie demeure problématique : on estime à 24 millions le nombre de personnes vivant principalement dans des zones rurales et éloignées d'Amérique latine n'ayant toujours pas accès à l'électricité.

La plupart des pays de la région ont adopté des politiques réglementaires et des incitations fiscales (tableau 7.5) afin de stimuler l'essor des énergies renouvelables. Les appels d'offres publics se sont multipliés ces dernières années et le Brésil, El Salvador, le Pérou et l'Uruguay ont émis des appels d'offres pour une capacité de production d'électricité renouvelable de plus de 6,6 GW. L'environnement plus clément en matière de sources d'énergie renouvelable attire de nouveaux investisseurs nationaux et internationaux.

Le gouvernement brésilien a cependant diminué le financement consacré à la recherche sur l'énergie de 2,1 % (2000) à 0,3 % (2012). Les sources d'énergie renouvelable, y compris l'industrie du bioéthanol, ont été les premières victimes de ces restrictions budgétaires, les investissements publics se tournant de plus en plus vers la prospection pétrolière et gazière en haute mer, au large des côtes du sud-est du Brésil (chapitre 8).

La fabrication de technologies « vertes », comme les éoliennes, se répand dans l'ensemble de la région. Mais les différentes réglementations et structures des marchés de l'électricité ont jusqu'à présent nui aux efforts d'intégration des marchés régionaux de l'électricité ; quant au manque d'infrastructures de transmission, il a retardé certains projets. L'impossibilité de compenser les fluctuations de la fourniture d'énergies renouvelables entre les pays constitue le principal obstacle.

Toutefois, la région affiche une croissance sans précédent et de nombreuses possibilités d'expansion. En 2014, le Brésil se hissait à la deuxième place du classement mondial des capacités hydroélectriques (89 GW) et de la production de carburant au biodiesel et à l'éthanol, à la cinquième place en matière de capacités de chauffage de l'eau à l'énergie solaire (6,7 GW) et à la dixième en matière d'énergie éolienne (5,9 GW). Pour sa part, le Mexique est le quatrième producteur mondial d'énergie géothermique (1 GW). Le Chili et le Mexique ont renforcé leurs capacités en matière d'énergie éolienne et solaire et l'Uruguay est le pays qui a le plus augmenté sa capacité de production d'énergie éolienne par habitant. D'autres applications innovantes se répandent, comme les séchoirs solaires pour les fruits et le café au Mexique et au Pérou. Des incitations à long terme visant le développement technologique et industriel seront nécessaires pour garantir la mise en œuvre intégrale de ces mécanismes.

Forte croissance de l'utilisation des TIC…

La région utilise environ 5 % des services publics en nuage mondiaux, soit moins que sa part du PIB mondial (8,3 % en 2013, voir le tableau 1.1). Néanmoins, les prévisions misant sur

Tableau 7.5 : **Politiques réglementaires et incitations fiscales en matière d'énergie renouvelable en Amérique latine, 2015**

Pays	Politiques réglementaires						Incitations fiscales et financement public				
	Tarif de rachat / versement de primes	Quota obligatoire en matière de production d'électricité / normes relatives au portefeuille d'énergies renouvelables	Comptage net	Mandat / obligation en matière de production de biocarburant	Mandat / obligation en matière de production thermique	Appels d'offres	Subvention en capital, subvention ou rabais	Investissements ou crédits d'impôt à la production	Réduction des taxes sur les ventes, sur l'énergie, sur le carbone, de la TVA ou d'autres taxes	Paiement relatif à la production énergétique	Investissements, prêts ou subventions publics
Argentine	●		●	●		●	+	+	+	+	+
Brésil			●	●	●	●		+	+		+
Chili		●	●			●	+	+	+		+
Colombie			●	●				+	+		+
Costa Rica	●		●	●		●			+		
Équateur	●			●		●			+		+
El Salvador						●		+	+	+	+
Guatemala			●	●		●		+	+		
Honduras	●		●			●		+	+		
Mexique			●			●		+			+
Nicaragua	●								+		
Panama	●		●	●		●		+	+	+	
Paraguay				●					+		
Pérou	●	●		●		●			+		+
Rép. dominicaine	●		●			●	+	+	+		+
Uruguay	●		●	●	●	●	+		+	+	+

Remarque : Aucune donnée n'est disponible pour la Bolivie, Cuba et le Venezuela. TVA : taxe sur la valeur ajoutée.

Source : REN21 (2015) Renewables 2015: Global Status Report, p. 99-101. Réseau mondial de promotion des énergies renouvelables pour le XXI[ème] siècle, Paris.

une croissance annuelle de 26,4 %, ces services devraient être adoptés plus rapidement qu'en Europe de l'Ouest. Ces prévisions optimistes sont étayées par la répartition des charges de travail dans les centres de données en nuage de la région, qui devraient en compter de 0,7 million en 2011 à 7,2 millions en 2016, avec un taux de croissance annuel moyen de 60 % (CEPALC, 2015c).

Les entreprises latino-américaines doivent cependant surmonter plusieurs obstacles avant de pouvoir adopter les technologies de l'information et de la communication. En raison du manque de connaissances en matière de TIC dans la région, elles encourent des frais fixes élevés associés à l'achat et à l'entretien du matériel informatique et des logiciels et à leur adaptation aux processus de production (BID, 2014b). Un autre problème clé entravant l'extension des services de large bande concerne leurs tarifs élevés par rapport au revenu par habitant. Tandis qu'au sein de l'UE, le coût de l'accès à un service de base représente 0,1 % du revenu par habitant, en Amérique latine, il oscille entre 0,6 % au Chili et au Mexique et près de 21 % en Bolivie (CEPALC, 2015).

Ces 20 dernières années, le secteur technologique du Costa Rica est devenu l'un des plus dynamiques de la région. Plus de 300 entreprises composent ce secteur et se concentrent sur le développement de logiciels pour les marchés locaux et internationaux. Le Costa Rica est également un acteur clé de l'industrie manufacturière et des exportations de produits de haute technologie, comme nous l'avons vu précédemment, mais le départ d'Intel ne sera pas sans conséquence sur l'avenir du secteur.

Plusieurs fonds sectoriels et incitations fiscales ont été conçus à l'intention du secteur des logiciels dans le but d'accroître la productivité et la capacité d'innovation des PME. Les fonds FONSOFT en Argentine et PROSOFT au Mexique constituent deux exemples concluants. Ces deux mécanismes de financement par voie de concours ont recours à des palettes variées d'instruments politiques pour améliorer la qualité de la production de logiciels et resserrer les liens entre le milieu universitaire et le secteur industriel. Ils favorisent la collaboration entre les établissements de recherche publics, le transfert de technologie, les services de vulgarisation, la promotion des exportations et le développement industriel.

D'après une étude de la Banque interaméricaine de développement (BID, 2014a), en 2025, les cinq principaux pôles de développement des TIC et du secteur des logiciels seront Buenos Aires, Montevideo, San José, Córdoba et Santiago. On estime que l'externalisation des processus d'affaires emploiera alors 1,2 million de personnes et générera un chiffre d'affaires de 18,5 milliards de dollars des États-Unis dans la région.

… et de la biotechnologie

L'impact de la recherche et de l'innovation sur la biotechnologie en Amérique latine est très bien documenté (Sorj *et al.* 2010 ; Gutman et Lavarello, 2013 ; RICYT, 2014). Si l'on doit l'essentiel des progrès en matière de biotechnologie à un groupe restreint d'entreprises et de centres de recherche dans les pays développés, il faut également citer les contributions de plusieurs institutions publiques de recherche latino-américaines depuis le milieu des années 1950. Les réseaux et les nœuds de ces institutions sont toutefois généralement situés dans des pays développés et les technologies utilisées ne font pas l'objet d'un transfert automatique. Cet état de fait présente de vastes possibilités de développement local.

Jusqu'à présent, les investissements dans la biotechnologie ont privilégié l'enseignement supérieur et le renforcement des compétences dans le secteur public au détriment de la R&D. Il en résulte un terrain propice pour les entreprises privées souhaitant recruter localement. Comme nous l'avons dit précédemment, les investissements se concentrent sur l'agriculture et la santé dans plusieurs pays de la région. Environ 25 % des publications traitent des sciences biologiques et 22 % des sciences médicales (figure 7.8). L'Université fédérale du Minas Gerais (Brésil) est l'une des institutions les plus prolifiques en matière de brevets pharmaceutiques ; dans le domaine de l'agroalimentaire, on peut citer Embrapa (Brésil), INTA (Argentine) et INIA (Uruguay).

Un nombre relativement modeste d'entreprises est spécialisé dans le transfert de technologie (Gutman et Lavarello, 2013 ; Bianchi, 2014). Les sociétés de biotechnologie les plus innovantes de la région sont, entre autres : Grupo Sidus (Biosidus et Tecnoplant), Biogénesis-Bagó, Biobrás-Novo Nordik, Biomm, FK Biotecnología, BioManguinos, Vallée, Bio Innovation, Bios-Chile, Vecol et Orius.

D'après la Confédération de l'industrie brésilienne, les principaux domaines de recherche dans le système national d'innovation agricole sont la biotechnologie, les bioréacteurs, la procréation assistée des animaux et des plantes, la biotechnologie forestière, la collecte et la conservation de germoplasmes, la résistance des plantes aux stress biotiques et abiotiques, les organismes génétiquement modifiés et la bioprospection. On observe également certains exemples de contrats de R&D conclus entre des sociétés publiques et privées. Ainsi, Embrapa réalise des recherches en collaboration avec les entreprises suivantes : Monsanto (États-Unis), BASF (Allemagne), DuPont (États-Unis) et Syngenta (Suisse). Certains contrats de R&D au Brésil ayant trait à la production de semences sont également passés avec des organisations à but non lucratif, comme Unipasto et Sul Pasto, et avec des fondations (Meridional, Triângulo, Cerrado, Bahia et Goiás).

Le projet Biotech est un bon exemple de coopération infrarégionale s'appuyant sur les compétences existantes en matière de recherche afin d'accroître la compétitivité des secteurs productifs au sein de MERCOSUR[15]. La deuxième phase, Biotech II, couvre les projets régionaux d'innovation biotechnologique liés à la santé humaine (diagnostic, prévention et développement de vaccins contre les maladies infectieuses, cancer, diabète de type 2 et maladies auto-immunes), à la production de biomasse (cultures traditionnelles et non traditionnelles), aux processus d'élaboration des biocarburants et à l'évaluation de leurs sous-produits. De nouveaux critères ont été définis afin de satisfaire aux demandes des consortiums participants concernant l'augmentation des retours sur investissement et la participation d'un nombre plus élevé de partenaires, entre autres européens.

15. Voir www.biotecsur.org.

PROFILS DE PAYS

L'Observatoire mondial des instruments de politique de STI de l'UNESCO (GO→SPIN) fournit une description complète du système d'innovation national des 34 pays d'Amérique latine et des Caraïbes, qui est mise à jour tous les six mois[16]. Compte tenu de l'étendue de la région, nous nous contenterons ici de présenter un résumé des faits les plus marquants depuis 2010 concernant les pays comptant plus de 10 millions d'habitants. Le profil du Brésil est disponible dans le chapitre 8.

ARGENTINE



Accélération des investissements dans la STI

L'Argentine a enregistré une forte croissance (environ 6 % par an jusqu'en 2013) étayée en partie par le prix élevé des matières premières. Mais la fin de l'essor cyclique des matières premières, qui s'accompagne d'une augmentation des subventions, d'un taux de change élevé du peso et de problèmes persistants liés à la crise de la dette de 2001, a précipité le ralentissement des échanges commerciaux. En 2014, la croissance de l'économie argentine n'était ainsi que de 0,5 %, la forte consommation publique (+2,8 %) ne suffisant pas à compenser le recul de 12,6 % des importations et de 8,1 % des exportations (CEPALC, 2015a). Réagissant au taux de chômage élevé (7,1 %) au premier trimestre 2015, le Congrès a adopté une loi réduisant les cotisations des chefs de microentreprises et les taxes sur les salaires pour les grandes entreprises créatrices d'emplois.

Entre 2008 et 2013, les infrastructures consacrées à la recherche se sont développées comme jamais auparavant. Depuis 2007, le gouvernement a construit plus de 100 000 m^2 de nouveaux laboratoires ; en septembre 2015, 50 000 m^2 supplémentaires étaient en construction. Les dépenses en R&D ont pratiquement doublé entre 2008 et 2013 et le nombre de chercheurs et de publications a augmenté respectivement de 20 % et de 30 % (figures 7.5, 7.6 et 7.8).

En 2012, le Ministère de la science, de la technologie et de l'innovation productive (MINCYT) a lancé son *Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación: Argentina innovadora 2020*. Ce plan privilégie les régions les moins développées sur le plan scientifique, en leur octroyant 25 % des nouveaux postes vacants au sein du Conseil national de la recherche scientifique et technique (CONICET). Il est organisé sous forme de matrice composée de six domaines stratégiques (agro- industrie ; énergie ; environnement et développement durable ; santé ; industrie ; développement social) et de trois technologies courantes : biotechnologies, nanotechnologies et TIC.

La création du Fonds sectoriel argentin (FONARSEC) par le MINCYT en 2009 a accéléré l'abandon progressif des instruments stratégiques horizontaux en faveur des instruments verticaux. La mission de ce fonds est d'établir des partenariats public-privé afin d'améliorer la compétitivité des secteurs suivants : biotechnologie, nanotechnologie, TIC, énergie, santé, agro-alimentaire, développement social, environnement et changement climatique.

La création du Centre interdisciplinaire d'études scientifiques, technologiques et d'innovation (CIECTI) en 2015 devrait donner un élan important au MINCYT, qui pourra alors s'appuyer sur les conclusions des études stratégiques et activités de prospective mises au point par le CIECTI pour élaborer ses politiques futures.

Plus de 1 chercheur ETP argentin sur 10 a été associé d'une façon ou d'une autre à une forme de collaboration internationale entre 2007 et 2013 dans le cadre de 1 137 projets de recherche réalisés à l'étranger. Dans certains cas, cette collaboration s'inscrivait dans le cadre de travaux menés avec des collègues étrangers qui avaient complété leur formation postdoctorale en réalisant des stages dans des institutions argentines.

BOLIVIE



Promotion de la recherche productive et communautaire

La Bolivie continue d'afficher une croissance solide : 5,4 % en 2014 et, d'après les prévisions, 4,5 % en 2015 (CEPALC, 2015a). Le gouvernement encourage l'industrialisation du secteur des hydrocarbures et favorise l'extraction de gaz naturel et de lithium en s'appuyant sur la loi sur la promotion des investissements (2014) et la loi sur la métallurgie et l'exploitation minière (2014). Il a, entre autres, pour projet d'augmenter les exportations d'électricité vers l'Argentine et le Brésil (CEPALC, 2015a).

Le gouvernement élu en 2005, l'exécutif a adopté un nouveau modèle productif communautaire en vertu duquel les excédents de production sont utilisés pour satisfaire les besoins collectifs conformément au plan de transition du capitalisme vers le socialisme. D'après ce modèle, les quatre secteurs stratégiques en mesure de dégager des excédents bénéficiant aux Boliviens sont les hydrocarbures, l'exploitation minière, l'énergie et les ressources environnementales ; au lieu de stimuler les exportations, ces excédents doivent contribuer au développement de secteurs créateurs d'emplois, comme l'industrie manufacturière, le tourisme, l'industrie et l'agriculture.

Depuis 2010, le Ministère de l'éducation supervise l'élaboration des politiques en matière de science et de technologie. Plusieurs programmes ont été proposés dans le cadre du *Plan stratégique institutionnel 2010–2014*, dont le Système bolivien d'information scientifique et technologique (SIBICYT), le Système d'innovation bolivien ainsi que le Programme de science, technologie, recherche et innovation qui pose les bases des instruments politiques suivants :

- La réalisation de recherches productives et communautaires au sein des instituts techniques publics ;
- La création de centres de recherche et d'innovation dans les domaines du textile, du cuir, du bois et des camélidés – la Bolivie compte sans doute le plus grand nombre de lamas au monde ;

16. Voir http://spin.unesco.org.uy.

- Le développement de réseaux de recherche et d'innovation spécialisés dans la biodiversité, la production alimentaire et la gestion de la terre et de l'eau – certains de ces réseaux rassemblent plus de 200 chercheurs issus d'institutions publiques et privées et dispersés dans plusieurs groupes de travail régionaux et nationaux ; et
- La création d'un fonds pour la STI.

CHILI



L'économie du savoir comme objectif

En 2014, le Chili a enregistré une croissance de 1,9 %, nettement inférieure à celle de l'année précédente (4,2 %). L'économie devrait rebondir en 2015 (2,5 % d'après les prévisions), portée par la hausse des dépenses publiques et l'essor du secteur extérieur (CEPALC, 2015a). Le Chili est le premier destinataire d'IDE dans la région. Il a ainsi reçu plus de 22 milliards de dollars des États-Unis au cours de la seule année 2014. Il est également le pays de l'OCDE où le financement privé de l'éducation est le plus élevé (40,1 % contre 16,1 % en moyenne pour les pays de l'OCDE). Premier pays latino-américain du classement PISA 2012 en mathématiques, le Chili se situe toutefois encore à 71 points de la moyenne de l'OCDE.

La Présidence de la République dirige le système d'innovation national sous la supervision directe du Conseil national d'innovation pour la compétitivité (CNIC), qui propose des lignes directrices applicables à l'élaboration de la *Stratégie nationale d'innovation*. Le Comité interministériel d'innovation évalue ensuite ces critères et définit les politiques nationales de STI à court, moyen et long terme. Il surveille en outre la mise en œuvre de la *Stratégie nationale d'innovation*.

Les Ministères de l'éducation et de l'économie jouent un rôle de premier plan au sein du Comité interministériel d'innovation ; leur influence s'exerce à travers les principales institutions publiques spécialisées en STI, à savoir la Commission nationale de recherche scientifique et technologique (CONICYT) et *InnovaChile*, une branche de la Corporation pour le développement de la production (CORFO). Cette dernière[17] soutient les secteurs à fort potentiel de croissance en finançant les PME et l'industrie du capital d'amorçage.

Le *Programme pour la productivité, l'innovation et la croissance économique pour 2014-2015* illustre la volonté du gouvernement de passer d'une économie basée sur les ressources naturelles à une autre axée sur le savoir en diversifiant l'économie et en soutenant les secteurs à fort potentiel de croissance. La CORFO est un partenaire clé de cette initiative.

En mars 2012, le gouvernement avait déjà modifié le cadre fiscal national en vue de faciliter l'innovation des entreprises au moyen de crédits d'impôt en faveur de la R&D. Cette réforme a également eu pour effet d'abolir les exigences entravant la collaboration avec les centres de recherche étrangers et l'obligation pour les entreprises d'investir au moins 15 % de leurs revenus annuels bruts dans la R&D. Une mesure contestée par certains consistait à destiner les redevances prélevées sur l'ensemble des activités minières au financement du développement de pôles de R&D dans les secteurs prioritaires.

En janvier 2015, la présidente Michelle Bachelet a instauré la Commission présidentielle « La science pour le développement du Chili », composée de 35 experts dont le mandat est de formuler une proposition sur la manière de promouvoir la STI et une culture scientifique plus vaste. Ils envisagent, entre autres, de créer un Ministère de la science et la technologie.

COLOMBIE



Une plus grande attention accordée à l'innovation

L'économie colombienne a enregistré une croissance de 4,6 % en 2014. Les projections pour 2015, bien que revues à la baisse, demeurent entre 3,0 % et 3,5 % (CEPALC, 2015a). En juin 2015, le gouvernement a mis en œuvre un ensemble de politiques anticycliques dans le cadre du *Plan de relance de la productivité et de l'emploi* afin d'encourager les investissements et de freiner le ralentissement économique.

La Colombie prépare son adhésion à l'OCDE et a l'intention d'adopter, d'adapter et d'appliquer des pratiques améliorées dans de nombreux domaines ayant trait, entre autres, à la gouvernance publique, au commerce, aux investissements, aux questions fiscales, à la STI, à l'environnement et à l'éducation.

Le système d'innovation de la Colombie est coordonné par le Département national de la planification et l'Institut colombien pour le développement de la science (Colciencias). En 2009, Colciencias a été transformé en Département administratif de la science, de la technologie et de l'innovation ayant pour mandat la formulation, la coordination, l'exécution et la mise en œuvre des politiques publiques pertinentes conformément aux plans et aux programmes de développement national.

Afin de promouvoir l'innovation et la compétitivité, le gouvernement et la Banque nationale de développement ont créé en 2012 *iNNpulsa Colombia*, un programme doté d'un budget de 138 millions de dollars des États-Unis pour la période 2012-2013. Par ailleurs, environ 70 % des ressources du Programme de gestion de l'innovation de Colciencias ont été destinés aux micro-entreprises et aux PME (avec un budget de 20 millions de dollars É.-U. en 2013). Depuis 2009, Colciencias octroie chaque année 0,5 million de dollars US à des projets de collaboration entre le secteur des affaires et le milieu universitaire. Le Système général de redevances se concentre également sur le développement régional de la STI.

Entre 2010 et 2014, Colciencias a formulé plusieurs stratégies de renforcement des politiques de STI, à l'instar de *Vision 2025*, qui prétend faire de la Colombie l'un des trois pays les plus innovants d'Amérique latine à l'horizon 2025 et un leader mondial en matière de biotechnologie. L'objectif est de permettre à la Colombie de fournir des solutions locales, régionales et mondiales à des problèmes tels que la

17. Voir www.english.corfo.cl.

surpopulation et le changement climatique en s'appuyant sur un ensemble de centres d'excellence spécialisés dans les maladies à transmission vectorielle et sur les possibilités d'interaction avec d'autres secteurs, comme la santé, les cosmétiques, l'énergie et l'agriculture.

Vision 2025 vise à créer 3 000 nouveaux doctorats et 1 000 brevets annuels et à engager une collaboration avec 11 000 entreprises d'ici 2025. Entre 2011 et 2014, le programme compte dépenser 678 millions de dollars des États-Unis pour attirer des chercheurs des secteurs public et privé. En 2014, le gouvernement a lancé un Programme de retour des cerveaux ciblant 500 titulaires de doctorats de la diaspora sur une période de quatre ans.

CUBA



Mise au point d'incitations pour attirer les investisseurs

L'économie cubaine a progressé de 1,3 % en 2014 et devrait atteindre 4 % en 2015. En 2014-2015, 11 secteurs prioritaires ont été identifiés pour attirer les capitaux étrangers, dont l'agroalimentaire ; l'industrie générale ; les énergies renouvelables ; le tourisme ; le pétrole et l'exploitation minière ; la construction ; l'industrie biotechnologique et pharmaceutique (CEPALC, 2015a).

Avec la normalisation des relations avec les États-Unis en 2015, Cuba prépare un cadre juridique plus attractif proposant d'importantes incitations fiscales et garanties aux investisseurs. Le pays est déjà l'une des destinations les plus populaires pour les étudiants universitaires latino-américains (voir p. 181).

Entre 2008 et 2013, le nombre de documents scientifiques produits à Cuba a augmenté de 11 %, en dépit du recul des DIRD de 0,50 % à 0,41 % du PIB. En 2014, le gouvernement a créé un Fonds de financement de la science et de l'innovation (FONCI) afin d'améliorer l'impact socioéconomique et environnemental de la science en stimulant l'innovation des entreprises. Il s'agit là d'un grand pas en avant pour Cuba où, jusqu'à récemment, l'essentiel du financement de la R&D provenait de fonds publics.

ÉQUATEUR



Investissements dans l'économie du savoir de demain

L'Équateur a enregistré une croissance économique de 3,8 % en 2014 qui, d'après les estimations, ne devrait être que de 1,9 % en 2015. Suite à la baisse du prix moyen du baril de pétrole brut équatorien de 96 dollars des États-Unis en 2013 à 84 dollars en 2014, les exportations de pétrole ont perdu 5,7 % de leur valeur cette même année en dépit d'une hausse de 7 % de leur volume (CEPALC, 2015a).

Entre 2008 et 2013, les DIRD en dollars PPA ont triplé, le nombre de chercheurs a doublé (figure 7.6) et la production scientifique a augmenté de 50 % (figure 7.8). Ces dernières décennies, les investissements publics dans l'enseignement ont quintuplé, passant de 0,85 % (2001) à 4,36 % (2012) ; un quart de ces investissements ont été destinés à l'enseignement supérieur (soit 1,16 %). La forte augmentation du financement de l'éducation s'inscrit dans la stratégie gouvernementale consistant à développer une économie du savoir en réduisant la dépendance de l'Équateur vis-à-vis du commerce de bananes et de pétrole. Une réforme radicale de l'enseignement supérieur est en place afin d'ériger deux des piliers de toute économie du savoir : la formation de qualité et la recherche. En 2010, la loi sur l'enseignement supérieur a créé quatre universités d'excellence : Ikiam (encadré 7.4), Yachay, l'Université nationale d'enseignement et l'Université des arts. Cette loi a également instauré la gratuité de l'enseignement et un système de bourses d'études afin de permettre à un plus grand nombre d'étudiants prometteurs d'accéder à l'université. En 2012, plusieurs universités privées ne respectant pas les critères de qualité prévus par la loi ont été contraintes de fermer leurs portes.

Parmi les programmes phares mis en place par le Secrétariat national chargé de l'enseignement supérieur, de la science, de la technologie et de l'innovation (SENESCYT), citons le nouveau système sophistiqué de bourses d'études à l'étranger destinées aux doctorants et la construction de la Cité du savoir, inspirée

Encadré 7.4 : Ikiam : une université au cœur de l'Amazonie

Les villes de Quito et de Guayaquil rassemblent plus de la moitié des universités et des écoles polytechniques équatoriennes. L'Université Ikiam (*ikiam* signifie « forêt » en langue shuar) a ouvert ses portes en octobre 2014 au cœur de l'Amazonie. La première promotion, composée de 150 étudiants, a découvert un campus entouré de 93 hectares d'une biodiversité exceptionnelle ; ce territoire protégé sera le laboratoire à ciel ouvert des étudiants et des chercheurs, qui seront pour la plupart spécialisés en pharmacologie et en gestion durable des ressources naturelles.

Ikiam a pour objectif de devenir la première université équatorienne de niveau mondial en matière d'enseignement et de recherche. Tous les professeurs sont titulaires de doctorats ; la moitié sont étrangers. L'université propose des programmes de mise à niveau aux étudiants de première année qui peuvent ainsi combler toute lacune éventuelle.

En décembre 2013, un atelier international organisé à Misahuallí (province de Napo) s'est penché sur le futur programme académique de l'Université Ikiam, ainsi que sur sa structure organisationnelle et ses stratégies en matière de recherche. Parmi les scientifiques participants, 10 étaient équatoriens et 53 étrangers (Afrique du Sud, Allemagne, Australie, Belgique, Brésil, Canada, Espagne, États-Unis, France, Pays-Bas, Royaume-Uni et Venezuela).

Source : www.conocimiento.gob.ec.

des exemples chinois, français, japonais, sud-coréen et des États-Unis. Yachay (« savoir » ou « connaissance » en quechua) sera une cité consacrée à l'innovation technologique et aux entreprises à forte concentration de savoir et fédératrice d'idées, de talents et d'infrastructures de pointe, qui symbolisera la notion autochtone du « bien-vivre » (*buen vivir*). La cité sera organisée autour des cinq piliers du savoir : les sciences de la vie, les TIC, les nanosciences, l'énergie et la pétrochimie. Yachay accueillera la première Université équatorienne de recherche technologique expérimentale, qui sera reliée aux instituts de recherche publics et privés, aux centres de transfert de technologie, aux entreprises de haute technologie et aux communautés agricoles et agro-industrielles équatoriennes, et deviendra ainsi le premier pôle de connaissances d'Amérique latine.

En 2013, une loi a défini le statut de chercheur scientifique et a créé différentes catégories de chercheurs. Cette évolution normative permet d'établir le barème des rémunérations des chercheurs.

GUATEMALA



Un développement du capital humain indispensable

La croissance économique en termes réels du Guatemala est passée de 3,7 % en 2013 à 4,2 % en 2014, portée principalement par la hausse de la demande intérieure des consommateurs privés, la faible inflation, l'augmentation des salaires réels et l'accroissement des prêts bancaires au secteur privé (CEPALC, 2015a).

Les dépenses publiques en matière d'éducation sont demeurées stables depuis 2006 (environ 3 % du PIB), mais, d'après l'Institut de statistique de l'UNESCO, seulement un huitième est destiné à l'enseignement supérieur. De plus, entre 2008 et 2013, les dépenses totales afférentes à l'éducation ont baissé de 3,2 % à 2,8 % du PIB. Au cours de la même période, les DIRD ont chuté de 40 % (en dollars PPA) et le nombre de chercheurs ETP de 24 %. Si la production scientifique a augmenté de 20 % (figure 7.8), cette progression est modeste comparée à celle des autres pays de la région. Si l'on compare le Guatemala au Malawi, un pays ayant une superficie et une population semblables, le Guatemala affiche un PIB 10 fois supérieur mais le Malawi publie pratiquement 3 fois plus d'articles scientifiques. On peut en conclure que le Guatemala souffre du syndrome de Sisyphe (voir la prochaine partie).

Le Conseil national de la science et de la technologie (CONCYT) et le Secrétariat national pour la science et la technologie (SENACYT) coordonnent désormais la STI au Guatemala et sont chargés de la mise en œuvre des politiques dans ce domaine. Au moment de la rédaction du présent rapport, le Plan national pour la science, la technologie et l'innovation 2015-2032 était en cours d'élaboration et devrait remplacer le plan existant. Le Guatemala dispose d'un éventail relativement large de mécanismes de financement, dont le Fonds d'appui à la science et à la technologie (FACYT), le Fonds de développement de la science et de la technologie (FODECYT) et le Fonds multiple d'appui au Plan national de la science et de la technologie (MULTICYT), ainsi que le Fonds d'innovation technologique (FOINTEC) et le Fonds pour les activités d'urgence en matière de science et de technologie (AECYT). Une subvention de la Banque interaméricaine de développement en 2012-2013 a permis de rendre ces fonds opérationnels.

MEXIQUE



Un objectif de ratio DIRD/PIB de 1 % sans échéance spécifique

Le Mexique, la deuxième économie la plus puissante d'Amérique latine derrière le Brésil, a enregistré une croissance de 2,1 % en 2014, un pourcentage qui devrait légèrement augmenter en 2015 (environ 2,4 %), d'après la CEPALC. En 2014-2015, le Mexique a entretenu des discussions nourries avec certains pays de l'UE en vue d'ouvrir des négociations sur un nouvel accord de libre-échange. D'après le gouvernement mexicain, il s'agit de mettre à jour l'accord signé en 2000 afin d'améliorer l'accès des biens et des services mexicains au marché européen, de resserrer les liens entre ces deux régions et de créer une zone de libre-échange transatlantique (CEPALC, 2015a).

Entre 2008 et 2013, les DIRD (en dollars PPA) et la production scientifique ont augmenté de 30 % (figure 7.8) et le nombre de chercheurs ETP de 20 % (figure 7.5). Le gouvernement a créé en 2013 un Bureau de coordination de la science, de la technologie et de l'innovation au sein de la présidence afin d'améliorer la gouvernance du système national d'innovation. La même année, le Conseil national pour la science et la technologie (CONACYT) a été désigné principal organe national de gouvernance de la STI.

Le *Plan national de développement 2013-2018* suggère d'ériger le développement de la STI en pilier de la croissance socioéconomique durable et de créer un nouveau Programme spécial pour la science, la technologie et l'innovation 2014-2018 dans le but de transformer le Mexique en économie du savoir, avec pour objectif normatif d'atteindre un ratio DIRD/PIB de 1 %, mais sans l'assortir d'une échéance spécifique.

Le nombre de programmes de doctorat participant au Programme national d'études de troisième cycle de qualité est passé de 427 en 2011 à 527 en 2013. En 2015, le CONACYT a soutenu environ 59 000 doctorants boursiers. Le Mexique a réorienté ses programmes d'enseignement supérieur vers la promotion de la culture et des compétences entrepreneuriales. En 2014, l'Initiative de la présidence du CONACYT a prévu l'attribution par voie de concours de 574 nouveaux postes destinés aux jeunes chercheurs, un nombre porté à 799 en 2015. Le soutien public des infrastructures de recherche a triplé entre 2011 et 2013, passant de 37 millions à 140 millions de dollars des États-Unis.

Dans le cadre des efforts déployés pour promouvoir l'économie du savoir, le Mexique met au point ou renforce selon le cas les bureaux de transfert de technologie par l'intermédiaire du Fonds sectoriel d'innovation (FINNOVA) afin d'encourager les institutions créatrices de savoir à nouer des liens avec le secteur privé basés sur la fourniture de conseils,

l'obtention de licences et les jeunes entreprises innovantes. Parallèlement, le CONACYT a promu l'innovation des entreprises à l'aide de son Programme d'incitation à l'innovation dont le budget a doublé, passant de 223 millions de dollars des États-Unis en 2009 à 500 millions en 2014.

En 2013, le Mexique a lancé une *Stratégie nationale du changement climatique* axée sur l'augmentation de 5 % de l'objectif en matière d'efficacité énergétique de la compagnie pétrolière nationale, PEMEX, sur l'amélioration de 2 % de l'efficacité des lignes de transmission et de distribution et sur la hausse de 2 % de l'efficacité thermique des centrales thermoélectriques alimentées au mazout. Le but est d'utiliser la recherche endogène et un nouveau fonds sectoriel appelé CONACYT-SENER pour atteindre ces objectifs ; ce fonds soutient la résolution de problèmes dans les domaines de l'efficacité énergétique, de l'énergie renouvelable et des technologies « propres et vertes ».

En 2009, le gouvernement a créé le Fonds institutionnel pour le développement régional de la science, de la technologie et de l'innovation (FORDECYT), conçu pour apporter un renfort aux Fonds mixtes (FOMIX) existants et promouvoir le développement régional. Le FORDECYT est financé par l'État central (CONACYT) et les collectivités territoriales pour promouvoir la R&D à l'échelon des États et des municipalités. Le nouveau ratio de contribution de ces deux sources de financement est respectivement de 3 pour 1. Les fonds mobilisés en 2013 n'ont atteint que 14 millions de dollars des États-Unis.

PÉROU



Un nouveau fonds pour l'innovation

Après une croissance de 2,4 % en 2014, l'économie péruvienne devrait atteindre 3,6 % en 2015 grâce à l'augmentation de la production minière et, dans une moindre mesure, à des dépenses publiques accrues et à la stimulation monétaire due aux faibles taux d'intérêt et une plus forte disponibilité des crédits (CEPALC, 2015a).

D'après les estimations, les DIRD représentent seulement 0,12 % du PIB (voir l'article de J. Kuramoto dans l'ouvrage de Crespi et Dutrénit, 2014). Les politiques de recherche et d'innovation au Pérou sont coordonnées par le Conseil national de la science, de la technologie et de l'innovation technologique (CONCYTEC). Depuis 2013, le CONCYTEC opère dans l'orbite de la présidence du Conseil des ministres. Le budget opérationnel de cet organe a bondi, entre 2012 et 2014, de 6,3 millions à 110 millions de dollars des États-Unis.

Le *Plan national pour la science, la technologie et l'innovation 2006-2021* est principalement axé sur les points suivants :

- Obtenir des résultats en matière de recherche axés sur les besoins du secteur productif ;
- Augmenter le nombre de chercheurs et de professionnels qualifiés ;
- Améliorer la qualité des centres de recherche ;
- Rationaliser l'information de système et la mise en réseau de la STI ;
- Renforcer la gouvernance du système d'innovation national.

En 2013, le gouvernement a créé le Fonds-cadre pour l'innovation, la science et la technologie (FOMITEC), et lui a alloué environ 280 millions de dollars des États-Unis en vue de l'élaboration et de la mise en œuvre d'instruments financiers et économiques favorisant le développement de la recherche et de l'innovation à des fins de compétitivité. Le Fonds national pour la recherche scientifique et technologique et l'innovation technologique (FONDECYT) a pour sa part reçu 85 millions de dollars en 2014, un montant supérieur à l'année précédente.

Le gouvernement a mis en place un programme de bourses pour les doctorants souhaitant étudier à l'étranger (environ 20 millions de dollars É.-U.) et pour ceux choisissant une université locale (10 millions de dollars É.-U.).

RÉPUBLIQUE DOMINICAINE



Une croissance limitée aux « enclaves » économiques

La République dominicaine a joui d'une forte croissance économique de 2001 à 2013 (en moyenne 5,1 %) par rapport au reste de la région. Mais cette croissance n'a pas été assortie d'une réduction substantielle de la pauvreté ou des inégalités comme c'est le cas dans d'autres pays latino-américains. De plus, la croissance s'est surtout concentrée dans ce qui est parfois décrit comme des « enclaves » économiques, à l'instar du tourisme de masse, des zones franches d'exportation et de l'exploitation minière, ayant peu d'influence sur l'économie globale.

Compte tenu de la composition des secteurs porteurs de la croissance récente, il n'est pas surprenant que les indicateurs traditionnels sur l'intensité de la recherche industrielle, comme les exportations de produits de haute technologie ou le dépôt de brevets, affichent une faible activité (figures 7.3 et 7.9). Les enquêtes sur l'innovation citées par la CNUCED (2012) montrent que les rares investissements effectués par les entreprises dans la recherche sont en grande partie financés par leur propre trésorerie, ce qui suggère un faible soutien public et des liens avec des acteurs étrangers au milieu des affaires.

Les réformes constitutionnelles adoptées en janvier 2010 ont élevé le Secrétariat d'État à l'enseignement supérieur, à la science et à la technologie au rang de Ministère (MESCYT). Ce dernier a pour mission de développer des indicateurs nationaux relatifs à la science et la technologie et de mettre en œuvre un programme national de promotion de l'entrepreneuriat. Le *Plan stratégique pour la science, la technologie et l'innovation 2008-2018* définit les priorités en matière de recherche dans les domaines suivants :

- Biotechnologie ;
- Sciences fondamentales ;
- Énergie et en particulier sources renouvelables et biocarburants ;
- Génie logiciel et intelligence artificielle ;
- Innovation des procédés, des produits, des biens et des services ;

- Environnement et ressources naturelles ;
- Technologies alimentaires et de la santé.

Dans son examen de la politique de STI de la République dominicaine, la CNUCED recommande une série de réformes clés susceptibles de contribuer à unir les efforts des secteurs public et privé dans ces domaines prioritaires. Ces recommandations comprennent une hausse substantielle des investissements publics dans la STI, la promotion de la demande de STI par l'intermédiaire d'appels d'offres publics et la définition formelle du statut des chercheurs (CNUCED, 2012).

VENEZUELA



Baisse de la production scientifique

En 2014, le Venezuela a vu son économie se contracter de 4 % et a affiché un taux d'inflation à deux chiffres (CEPALC, 2015a). Le nombre de chercheurs ETP a augmenté de 65 % entre 2008 et 2013, soit la progression la plus élevée de la région. La production scientifique a en revanche diminué de 28 % au cours de la dernière décennie (figure 7.8).

En 2010, le décret d'application de la loi organique sur la science, la technologie et l'innovation (LOCTI) a mis en place une réforme visant à prélever un impôt spécial auprès des secteurs de l'industrie et des entreprises aux revenus plus élevés afin de financer les laboratoires et les centres de recherche. Le gouvernement destine en priorité ces ressources à l'alimentation et à l'agriculture, à l'énergie, à la sécurité publique, au logement et à l'urbanisme, et à la santé publique. Le Ministère de l'environnement dirige les plans qui ont été mis au point dans les domaines liés au changement climatique et à la diversité biologique.

Suite à une série de réformes ministérielles introduites en 2015, le Ministère du pouvoir populaire pour l'enseignement universitaire, la science et la technologie est désormais chargé de la coordination de la politique de STI.

La publication en ligne *Piel-Latinoamericana* signale que 1 100 médecins ayant obtenu leur diplôme en 2013 au Venezuela sur 1 800 ont depuis quitté le pays. En dépit de l'absence de chiffres, le Président de l'Académie vénézuélienne de physique, de mathématiques et de sciences naturelles estime que de nombreux chercheurs, pour la plupart des scientifiques et des ingénieurs, ont émigré au cours de la dernière décennie, déçus par les politiques du gouvernement. C'est là un autre exemple du syndrome de Sisyphe (voir la prochaine partie).

Tableau 7.6 : **Institutions latino-américaines et caribéennes affichant le plus grand nombre de publications scientifiques, 2010-2014**
Pays hispanophones de plus de 10 millions d'habitants

Argentine	CONICET (51,5 %)	Université de Buenos Aires (26,6 %)	Université nationale de La Plata (13,1 %)	Université nationale de Córdoba (8,3 %)	Université nationale de Mar del Plata (4,3 %)
Bolivie	Université majeure de San Andrés (25,2 %)	Université majeure de San Simon (10,7 %)	Université autonome Rene Moreno (2,6 %)	Musée d'histoire naturelle Noel Kempff Mercado (2,2 %)	Université catholique bolivarienne San Pablo (1,5 %)
Chili	Université du Chili (25,4 %)	Université pontificale catholique du Chili (21,9 %)	Université de Concepción (12,3 %)	Université pontificale catholique de Valparaiso (7,5 %)	Université australe du Chili (6 %)
Colombie	Université nationale de Colombie (26,7 %)	Université d'Antioquia (14,6 %)	Université des Andes (11,9 %)	Université Valle (7,8 %)	Université pontificale Javeriana (4,6 %)
Cuba	Université de La Havane (23,4 %)	Université centrale Marta Abreu las Villas (5,5 %)	Centre d'ingénierie génétique et de biotechnologie (5 %)	Université d'Oriente (4,9 %)	Institut de médecine tropicale Pedro Kouri (4 %)
Équateur	Université San Francisco de Quito (15,0 %)	Université pontificale catholique de l'Équateur (11 %)	Université technique de Loja (6,0 %)	École polytechnique nationale (5,4 %)	Université de Cuenca (3,7 %)
Guatemala	Université del Valle (24,4 %)	Hôpital général San Juan de Dios (3,0 %),	Université San Carlos (2,5 %)	Ministère de la santé publique et de l'assistance sociale (2,0 %)	
Mexique	Université nationale autonome du Mexique (26,2 %)	Institut polytechnique national du Mexique (17,3 %)	Université métropolitaine autonome du Mexique (5 %)	Université autonome de Puebla (2,1 %)	Université autonome de San Luis Potosí (2,9 %)
Pérou	Université Cayetano Heredia (21,6 %)	Université nationale de San Marcos (10,3 %)	Université pontificale catholique du Pérou (7,5 %)	Centre international de la pomme de terre (3,6 %)	Université nationale d'agronomie La Molina (2,5 %)
République dominicaine	Université nationale Pedro Henriquez Ureña (8 %)	Institut technologique de Saint-Domingue (6 %)	Ministère de l'agriculture (4 %)	Université pontificale catholique Madre y maestra (3 %)	Hôpital général Plaza Salud (3 %)
Venezuela	Université centrale du Venezuela (23 %)	IVIC (15,1 %)	Université Simon Bolivar (14,2 %)	Université des Andes (13,3 %)	Université Zulia (11,1 %)

Source : Données compilées par l'auteur d'après le Web of Science et le Science Citation Index Expanded.

CONCLUSION

Se libérer du syndrome de Sisyphe

D'après la mythologie grecque, Sisyphe était le plus rusé des hommes, mais sa duplicité chronique excédait les dieux, qui finirent par le condamner pour l'éternité à faire rouler jusqu'en haut d'une montagne un rocher qui retombait toujours avant d'atteindre le sommet. Francisco Sagasti (2004) s'est astucieusement emparé de la métaphore de Sisyphe pour décrire les problèmes récurrents empêchant les pays en développement de promouvoir l'innovation et la recherche endogène.

On peut en effet établir un parallèle entre l'histoire des politiques scientifiques en Amérique latine et le mythe de Sisyphe. Les crises économiques et politiques récurrentes depuis les années 1960 ont eu un impact direct sur l'élaboration et les performances des politiques de STI tant du côté de la demande que de l'offre. Le manque de continuité des politiques publiques à long terme et la mauvaise gouvernance publique dans la plupart des pays sont largement responsables de l'absence de politiques de STI appropriées au cours des dernières décennies. Combien de fois n'a-t-on pas vu un nouveau parti ou groupe arriver au pouvoir dans un pays d'Amérique latine et entreprendre immédiatement de mettre en place un nouvel ensemble de règles et de politiques ? Tel Sisyphe, le système d'innovation national assiste à la remise en question des politiques chaque fois que le pays change d'orientation politique. « Étant donné que les montagnes scientifiques et technologiques continueront de proliférer – compliquant d'autant plus la tâche de Sisyphe – il est essentiel de trouver des solutions pour maintenir le rocher au sommet… » (Sagasti, 2004).

Depuis les ajustements structurels des années 1990, une nouvelle génération d'instruments stratégiques en matière de STI a profondément transformé l'écosystème institutionnel, le cadre juridique et les incitations en faveur de la recherche et l'innovation. Dans certains pays, ces mesures se sont avérées efficaces. Comment expliquer alors que l'écart entre l'Amérique latine et le monde développé ne se soit pas réduit ? La réponse tient à l'incapacité de la région à surmonter les défis suivants.

Premièrement, les économies d'Amérique latine ne se concentrent pas sur le type d'industrie manufacturière qui se prête plus facilement à l'innovation scientifique. Les biens manufacturés représentent moins de 30 % des exportations de la plupart des économies de la région et, à l'exception notable du Costa Rica et, dans une moindre mesure, du Mexique, les biens de haute technologie représentent moins de 10 % des exportations de produits manufacturés. À l'exception du Brésil, les DIRD demeurent bien au-dessous de 1 % et les entreprises y contribuent pour un tiers dans le meilleur des cas. Ces ratios n'ont pratiquement pas changé en plusieurs dizaines d'années tandis que d'autres pays en développement accomplissaient des progrès en la matière. En moyenne, l'intensité de la R&D des entreprises privées (exprimée en pourcentage des ventes) est inférieure à 0,4 %, nettement au-dessous des moyennes de l'Europe (1,61 %) ou de l'OCDE (1,89 %) [BID, 2014b]. Une étude argentine récente montre que les dépenses en R&D en pourcentage des ventes pour 2010-2012 ne sont que de 0,16 % pour les petites entreprises, 0,15 % pour les entreprises moyennes et 0,28 % pour les grandes entreprises (MINCYT, 2015). Le stock de capital d'innovation est beaucoup plus faible en Amérique latine (13 % du PIB) que dans les pays de l'OCDE (30 %). En outre, dans la région, il est principalement composé de l'enseignement supérieur, tandis que dans les pays de l'OCDE, la R&D l'emporte (CEPALC, 2015c).

Deuxièmement, les investissements dérisoires en R&D reflètent en partie le nombre insuffisant de chercheurs. Si la situation s'est améliorée en Argentine, au Brésil, au Chili, au Costa Rica et au Mexique, les chiffres demeurent bas en termes relatifs. La pénurie de personnel qualifié limite l'innovation, en particulier des PME. Quelque 36 % des entreprises opérant dans l'économie formelle peinent à recruter des effectifs dûment qualifiés tandis que la moyenne mondiale par pays est de 21 % et la moyenne de l'OCDE de 15 %. Les entreprises latino-américaines sont 3 fois plus susceptibles de se heurter à des problèmes opérationnels en raison d'une pénurie de capital humain que les entreprises d'Asie du Sud et 13 fois plus que celles de l'Asie et du Pacifique (CEPALC, 2015b).

Troisièmement, le système éducatif n'est pas en mesure de combler la pénurie de personnel spécialisé en science et technologie. Si le nombre de diplômés et d'institutions d'enseignement supérieur est en hausse, il n'en demeure pas moins faible en termes relatifs et la part consacrée à la science et à l'ingénierie est insuffisante. La part des titulaires d'un diplôme universitaire de premier cycle ou d'un doctorat dans les six principaux domaines du savoir (figure 7.4) révèle une importante défaillance structurelle. Plus de 60 % des diplômés universitaires de premier cycle et 45 % des titulaires d'un doctorat sont spécialisés dans les sciences sociales et humaines. De plus, seule une faible proportion (24 %) de chercheurs scientifiques travaille dans le secteur des entreprises en Amérique latine, contre 59 % en moyenne dans l'OCDE. En Argentine, au Brésil, au Chili, en Colombie et au Mexique, le secteur privé manque d'ingénieurs diplômés.

Dernier point, mais pas des moindres, le nombre de dépôts de brevets confirme que les économies latino-américaines n'aspirent pas à être compétitives dans le domaine de la technologie. Le nombre de brevets délivrés par million d'habitants entre 2009 et 2013 était plus élevé au Panama, au Chili, à Cuba et en Argentine, mais était généralement très faible dans l'ensemble de la région. Au cours de la même période, les demandes de brevets dans les domaines technologiques de pointe[18] issues d'Amérique latine ne représentaient que 1 % de celles présentées par les économies à revenu élevé.

Ces dix dernières années, l'Argentine, le Chili, le Mexique et l'Uruguay ont suivi l'exemple du Brésil en amorçant une transition des mécanismes de financement horizontal vers des mécanismes de financement vertical comme les fonds sectoriels. Ce faisant, ils ont stratégiquement stimulé les secteurs économiques qui dépendent de l'innovation, à l'instar de l'agriculture, de l'énergie et des TIC, pour accroître leur productivité. Ils mettent également en œuvre des politiques spécifiques et adoptent des

18. Entre autres, les machines et appareils électriques, l'énergie, les communications numériques, la technologie informatique, les techniques de mesure et la technologie médicale.

mécanismes d'incitation afin de promouvoir les technologies stratégiques comme les biotechnologies, les nanotechnologies, les technologies spatiales et les biocarburants. Cette stratégie commence à porter ses fruits.

Un deuxième groupe de pays – le Guatemala, le Panama, le Paraguay et le Pérou – adopte des mécanismes de financement divers afin d'accroître la recherche endogène et l'innovation. D'autres encore, comme El Salvador et la République dominicaine, stimulent la compétitivité en s'aidant de programmes spécifiques.

Pour résumer, afin de se libérer du syndrome de Sisyphe, les pays d'Amérique latine devront relever les enjeux suivants :

- Amélioration de la gouvernance : stabilité politique, efficacité du gouvernement, lutte contre la corruption ;
- Élaboration de politiques publiques à long terme qui s'étendent au-delà du mandat d'un seul gouvernement ;
- Participation d'un éventail de parties prenantes à la formulation, la coordination et l'harmonisation des politiques de STI afin de mieux faire correspondre l'offre et la demande dans les systèmes d'innovation nationaux ;
- Promotion des mécanismes d'intégration régionale afin de partager les coûts de la R&D et d'être en mesure d'appliquer le programme régional de science de la durabilité ;
- Modification de la culture organisationnelle pour rationaliser l'écosystème institutionnel responsable de la formulation, du suivi et de l'évaluation des politiques de STI et de leurs instruments ;
- Création d'institutions visant à promouvoir des études prospectives guidant le processus décisionnel.

Pas à pas, l'Amérique latine consolide son système de recherche scientifique et accroît sa part des publications mondiales, qui est passée de 4,9 % en 2008 à 5,2 % à 2014. Divers instruments stratégiques ont été mis au point pour renforcer la réactivité de la R&D endogène à l'égard des besoins du système productif et de la société dans son ensemble. Ces efforts commencent à porter leurs fruits dans certains pays, mais l'Amérique latine a encore un long chemin à parcourir.

OBJECTIFS PRINCIPAUX DES PAYS D'AMÉRIQUE LATINE

- Mexique : augmenter les DIRD à 1 % du PIB (voir le *Plan national de développement 2013-2018*) ;
- Uruguay : produire 90 % de son électricité à partir de sources renouvelables en 2015.

RÉFÉRENCES

Bianchi, C. (2014) Empresas de biotecnología en Uruguay: caracterización y perspectivas de crecimiento, *INNOTEC Gestión*, 6 : p. 16-29.

BID (2015) *Gender and Diversity Sector Framework Document*. Banque interaméricaine de développement : Washington, D.C.

BID (2014a) *ALC 2025: América Latina y el Caribe en 2025.* Banque interaméricaine de développement : Washington, D. C.

BID (2014b) *Innovation, Science and Technology Sector Framework Document.* Banque interaméricaine de développement : Washington, D.C.

CEPALC (2015) *La nueva revolución digital: de la internet del consumo a la internet de la producción*. Commission économique pour l'Amérique latine et les Caraïbes : Santiago.

CEPALC (2015a) *Economic Survey of Latin America and the Caribbean. Challenges in boosting the investment cycle to reinvigorate growth*. Commission économique pour l'Amérique latine et les Caraïbes : Santiago.

CEPALC (2015b) *Foreign Direct Investment in Latin America and the Caribbean.* Commission économique pour l'Amérique latine et les Caraïbes : Santiago.

CEPALC (2015c) *The European Union and Latin America and the Caribbean in the new economic and social context.* Commission économique pour l'Amérique latine et les Caraïbes : Santiago.

CEPALC (2014) *Nuevas Instituciones para la Innovación: Prácticas y Experiencias en América Latina,* Rivas, G. et Rovira, S. (dir.). Commission économique pour l'Amérique latine et les Caraïbes : Santiago.

CNUCED (2012) *Science, Technology and Innovation Policy Review: Dominican Republic*. Conférence des Nations Unies sur le commerce et le développement : Genève.

CNUCED (2011) *Science, Technology and Innovation Policy Review: El Salvador*. Conférence des Nations Unies sur le commerce et le développement : Genève.

Crespi, G., Tacsir, E. et Vargas, F. (2014) *Innovation Dynamics and Productivity: Evidence for Latin America*. UNU-MERIT Working Papers Series, n°2014-092. Centre de recherche économique et sociale sur l'innovation et la technologie de l'Université de Maastricht : Maastricht (Pays-Bas).

Crespi, G. et Dutrénit, G. (dir.) [2014] *Science, Technology and Innovation Policies for Development: the Latin American Experience.* Springer : New York.

Crespi, G. et Zuniga, P. (2010) *Innovation and Productivity: Evidence from Six Latin American Countries*. Série de documents de travail de la BID n°IDB-WP-218.

Dutrénit, G. et Sutz, J. (dir.) [2014] *National Innovation Systems, Social Inclusion and Development: the Latin American Experience.* Edward Elgar Pub. Ltd : Cheltenham (Royaume-Uni).

Gutman, G. E. et Lavarello, P. (2013) Building capabilities to catch up with the biotechnological paradigm. Evidence from Argentina, Brazil and Chile agro-food systems, *International Journal of Learning and Intellectual Capital*, 9(4) : p. 392-412.

Hirsch, J. E. (2005) An index to quantify an individual´s scientific research output, *PNAS*, 102(46) : 16, p. 569-572.

Komiyama, H., Takeuchi, K., Shiroshama, H. et Mino, T. (2011) *Sustainability Science: a Multidisciplinary Approach.* United Nations University Press : Tokyo.

Lemarchand, G. A. (2015) Scientific productivity and the dynamics of self-organizing networks: Ibero-American and Caribbean Countries (1966-2013), in : Heitor, M., Horta, H. et Salmi, J. (dir.), *Building Capacity in Latin America: Trends and Challenges in Science and Higher Education.* Springer : New York.

Lemarchand, G. A. (2012) The long-term dynamics of co-authorship scientific networks: Iberoamerican countries (1973–2010), *Research Policy*, 41 : p. 291-305.

Lemarchand, G. A. (2010) Science, technology and innovation policies in Latin America and the Caribbean during the past six decades, in : G. A. Lemarchand (dir.) *National Science, Technology and Innovation Systems in Latin America and the Caribbean*. Études et documents de politique scientifique en Amérique latine et aux Caraïbes, vol. 1, p. 15-139, UNESCO : Montevideo.

MINCYT (2015) *Encuesta Nacional de Dinámica de Empleo e Innovación*. Ministère argentin de la science, de la technologie et de l'innovation productive et Ministère argentin du travail, de l'emploi et de la sécurité sociale : Buenos Aires.

Moran, T. H. (2014) *Foreign Investment and Supply Chains in Emerging Markets: Recurring Problems and Demonstrated Solutions.* Série de documents de travail. Institut Peterson pour l'économie internationale : Washington, D.C.

Navarro, L. (2014) *Entrepreneurship Policy and Firm Performance: Chile's CORFO Seed Capital Program.* Banque interaméricaine de développement : Washington, D.C.

NSB (2014) *Science and Engineering Indicators 2014.* National Science Board. National Science Foundation : Arlington, Virginie (États-Unis).

OCDE (2013a) *OECD Reviews of Innovation Policy: Knowledge-based Start-ups in Mexico*. Organisation de coopération et de développement économiques : Paris.

OCDE (2013b) *Territorial Reviews: Antofagasta, Chile: 2013.* Organisation de coopération et de développement économiques : Paris.

OMPI (2015) *Revue annuelle du PCT*, Organisation mondiale de la propriété intellectuelle : Genève.

Pérez, R. P., Gaudin, Y. et Rodríguez, P. (2012) Sistemas Nacionales de Innovación en Centroamérica, *Estudios y Perspectivas*, 140. Commission économique pour l'Amérique latine et les Caraïbes : Mexique.

RICYT (2014) *El Estado de la Ciencia: Principales Indicadores de Ciencia y Tecnología 2014*. Réseau ibéro-américain d'indicateurs scientifiques et techniques : Buenos Aires.

Sagasti, F. (2004) *Knowledge and Innovation for Development. The Sisyphus Challenge of the 21st Century*. Edward Elgar : Cheltenham (Royaume-Uni).

Sorj, B., Cantley, M. et Simpson, K. (dir.) [2010] *Biotechnology in Europe and Latin America: Prospects for Co-operation.* Centre Edelstein de recherches sociales : Rio de Janeiro (Brésil).

Thomas, H., Fressoli, M. et Becerra, L. (2012) Science and technology policy and social ex/inclusion: Analyzing opportunities and constraints in Brazil and Argentina, S*cience and Public Policy*, 39 : p. 579-591.

Ueki, Y. (2015) Trade costs and exportation: a comparison between enterprises in Southeast Asia and Latin America, *Journal of Business Research,* 68 : p. 888-893.

UNESCO (2010) National Science, Technology and Innovation Systems in Latin America and the Caribbean, in : Lemarchand, G. A. (dir.) *Études et documents de politique scientifique en Amérique latine et aux Caraïbes*, vol. 1. UNESCO : Montevideo.

Guillermo A. Lemarchand, né en 1963 en Argentine, est astrophysicien et spécialiste des politiques scientifiques. En 2000, il a été admis à l'Académie internationale d'astronautique (Paris) en qualité d'académicien titulaire. Il a coprésidé le Comité consultatif de la Commission de la Science et de la technologie du Parlement argentin (2002-2005). Depuis 2008, il travaille comme consultant en politique scientifique pour l'UNESCO, pour laquelle il a conçu et développé l'Observatoire mondial des instruments de politique de la science, de la technologie et de l'innovation (GO→SPIN).

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier Julia Tagueña Parga, Directrice adjointe au développement scientifique du Conseil national mexicain pour la science et la technologie (CONACYT) du Mexique et Alberto Majó Pineyrua, Secrétaire général du Programme ibéro-américain de science et de technologie au service du développement (CYTED) en Uruguay, ainsi que leur assistante, Mónica Capdevielle, pour les informations fournies pour l'élaboration du présent chapitre. L'auteur tient également à exprimer toute sa reconnaissance à Carlos Aguirre-Bastos, Ernesto Fernandez Polcuch et Alessandro Bello pour leur contribution aux encadrés.

L'innovation est essentielle pour permettre à l'industrie de conserver sa compétitivité à l'échelle internationale.

Renato Hyuda de Luna Pedrosa et **Hernan Chaimovich**



Ce laboratoire a recours à la technique du dessalement pour rendre potable l'eau des océans. Il est situé à Bertioga, dans l'État de São Paulo.
Photo : © Paulo Whitaker/Reuters

8. Brésil

Renato Hyuda de Luna Pedrosa et Hernan Chaimovich

INTRODUCTION

Le ralentissement économique pourrait compromettre les acquis récents

L'économie brésilienne connaît un net ralentissement depuis 2011, après presque dix ans de croissance et une brève reprise, en 2010, au lendemain de la crise financière mondiale de 2008-2009 (figure 8.1). Ce ralentissement a eu pour cause un affaiblissement des marchés internationaux des matières premières, dont dépend fortement le Brésil, combiné aux effets pervers de politiques économiques conçues pour stimuler la consommation. En raison de ces dernières, les dépenses publiques ont fini par dépasser largement les recettes publiques : en 2014, le Brésil enregistrait un déficit primaire de plus de 0,5 % de son PIB pour la première fois en seize ans, déficit qui favorise l'envolée du taux d'inflation annuel à plus de 6 % depuis 2013. L'économie brésilienne a stagné en 2014 (0,1 % de croissance du PIB), et les perspectives sont encore plus sombres pour 2015 : selon les prévisions du Ministère des finances, publiées en avril dernier, l'économie devrait se contracter de 0,9 %.

Depuis sa réélection en novembre 2014, la Présidente Dilma Rousseff a procédé à une réforme des politiques macroéconomiques nationales. Le nouveau Ministre des finances, Joaquim Levy, a mis en place ou proposé une série de mesures destinées à réduire les dépenses et à accroître les recettes fiscales, en vue d'obtenir un excédent primaire de 1,2 % en 2015[1]. Les taux d'intérêt ont été relevés deux fois depuis l'élection de novembre (à 12,75 %) pour tenter de juguler l'inflation, qui atteignait 8,1 % sur douze mois fin mars 2015. Pour aggraver les choses, le géant pétrolier Petrobrás, contrôlé par l'État, est actuellement confronté à une crise liée à une mauvaise gestion et à un scandale de corruption, qui a pris une tournure politique avec l'implication de plusieurs personnalités politiques de premier plan. Fin avril 2015, Petrobrás a finalement publié son rapport annuel pour 2014, dans lequel il fait état de pertes excédant 50 milliards de réaux (BRL, environ 15,7 milliards de dollars É.-U.), dont 6 milliards liés au scandale de corruption.

C'est dans ce contexte économique et politique que le Brésil s'efforce d'entretenir le mouvement de réformes de son système national d'innovation, notamment en ce qui concerne les politiques sociales.

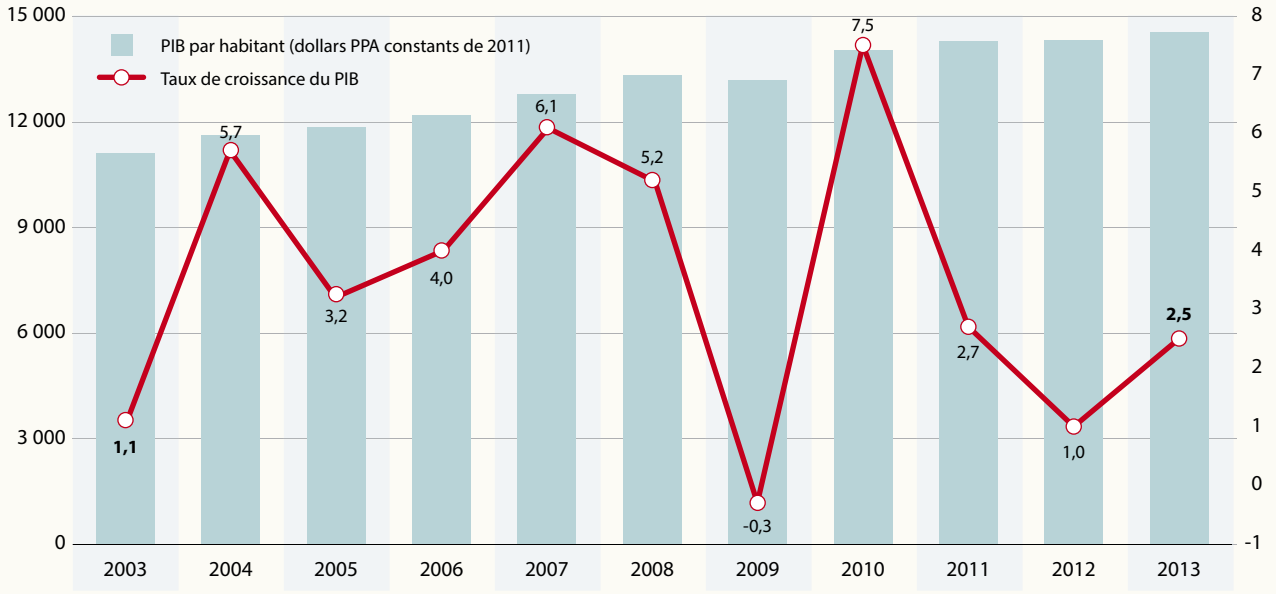
L'inclusion sociale progresse plus lentement

Le ralentissement de l'économie commence à peser sur l'inclusion sociale, qui était l'une des grandes réussites brésiliennes, notamment durant l'essor des matières premières jusqu'en 2010, lorsque le pays était quasiment parvenu à éliminer la faim et l'extrême pauvreté, réduisant ainsi l'écart des revenus. Entre 2005 et 2013, le taux de chômage a reculé de 9,3 % à 5,9 %.

Des données les plus récentes suggèrent que ce cycle de croissance toucherait désormais à sa fin. D'après le *Panorama social de l'Amérique latine* publié par la Commission économique des Nations Unies pour l'Amérique latine et les Caraïbes (CEPALC, 2014a), le Brésil a réduit son taux de pauvreté d'un tiers entre 2003 et 2008, puis la progression a ralenti entre 2008 et 2012, avant de stagner en 2013. Des données préliminaires suggèrent même que l'extrême pauvreté aurait regagné du terrain, car elle touchait 5,9 % de la population en 2013, contre 5,4 % l'année précédente. Bien qu'il ait réussi à réduire ses taux de

1. Face aux difficultés rencontrées pour obtenir le soutien du Congrès au sujet des politiques budgétaires proposées par M. Levy, l'excédent primaire visé a été revu à la baisse, à 0,15 % du PIB, en juillet 2015. Les prévisions récentes évoquent une contraction du PIB de 1,5 % au moins pour 2015.

Figure 8.1 : **PIB par habitant et taux de croissance du PIB au Brésil, 2003-2013**



Source : Banque mondiale, Indicateurs du développement dans le monde, mai 2015.

pauvreté plus vite que le reste de l'Amérique latine, le Brésil n'a pas encore rejoint les pays en tête du classement régional pour cet indicateur, à savoir l'Uruguay, l'Argentine et le Chili (CEPALC, 2014a).

La productivité de la main-d'œuvre stagne

Une autre étude récente (CEPALC, 2014b) indique que l'augmentation des dépenses sociales des gouvernements d'Amérique latine ne s'est pas traduite par une amélioration de la productivité de la main-d'œuvre, contrairement à ce que l'on a observé dans les pays à revenu élevé, à l'exception notable du Chili, où la productivité de la main-d'œuvre a presque doublé entre 1980 et 2010.

Si l'on compare le Brésil à d'autres économies émergentes, son expérience se rapproche de celles de la Fédération de Russie et de l'Afrique du Sud, où la productivité de la main-d'œuvre stagne depuis 1980. La Chine et l'Inde, en revanche, ont remarquablement amélioré la leur en dix ans, alors qu'elles étaient parties de plus bas (Heston *et al.*, 2012).

Même l'essor des matières premières entre 2004 et 2010 n'a eu aucun effet. Les mauvais résultats du Brésil même durant ce cycle de croissance s'expliquent en partie par le fait que la croissance économique pendant cette période est venue, pour l'essentiel, de l'industrie des services. Ce secteur requérant moins de compétences, la productivité moyenne des employés a chuté.

Le gouvernement a adopté diverses politiques visant indirectement à stimuler la productivité de la main-d'œuvre. Le *Plan national d'éducation 2011-2020* fournit des incitations au développement de l'éducation de base et de la formation professionnelle : les nouveaux programmes lancés en 2011 financent la formation professionnelle de la main-d'œuvre peu qualifiée et proposent des bourses de l'enseignement supérieur. La double réforme des systèmes publics de retraite et d'assurance-chômage, en 2012, assortie d'une réduction du coin fiscal sur le travail, visait à encourager la population à travailler dans l'économie formelle, plus propice à l'innovation que le secteur informel (OCDE, 2014). Les politiques publiques de fond conçues spécialement pour aider les entreprises brésiliennes à rattraper leurs concurrents sur le front technologique semblent cependant rares, voire inexistantes. Les niveaux de productivité étant une indication du taux d'absorption et de création de l'innovation, la faiblesse des niveaux brésiliens laisse penser que le pays n'est pas parvenu à mettre l'innovation au service de la croissance économique[2].

TENDANCES EN MATIÈRE DE GOUVERNANCE DE LA STI

Des organisations sociales plus souples pour réduire les formalités administratives

Les universités et instituts publics de recherche du Brésil sont régis par des règles strictes qui ont tendance à rendre leur gestion très difficile. Les États peuvent décider d'instituer leurs propres systèmes d'universités et d'instituts de recherche, mais, les lois et règlements étant adoptés à l'échelle fédérale, ils sont tenus d'observer les mêmes lois et règlements. Ils rencontrent donc tous les mêmes difficultés : structures bureaucratiques importantes ; obligation de recruter le personnel (universitaire ou autre) au sein de la fonction publique ; échelons de carrière et systèmes de salaire analogues ; mouvements de fonds irréguliers ; procédures de passation de marchés excessivement complexes ; et puissants syndicats de la fonction publique, entre autres.

Une autre structure a été mise en place en 1998, avec la création des organisations sociales. Ces entités privées à but non lucratif gèrent les établissements publics de recherche sous contrat avec des agences fédérales. Elles peuvent librement embaucher (ou licencier) du personnel, sous-traiter des services, acheter du matériel, choisir les thèmes et les objectifs des recherches

2. La relation entre innovation et développement économique, dont fait partie la productivité, est au cœur de la théorie économique et des études empiriques modernes sur le développement. On trouvera une bonne étude du sujet dans Aghion et Howitt (1998).

Encadré 8.1 : L'Institut brésilien de mathématiques pures et appliquées

L'Institut de mathématiques pures et appliquées (IMPA) de Rio de Janeiro a vu le jour en 1952, dans le cadre du Conseil national de la recherche (CNPq) du Brésil. Dès le départ, l'IMPA a eu pour mission d'effectuer des recherches mathématiques de haut niveau, de former de jeunes chercheurs et de diffuser le savoir mathématique dans la société brésilienne.

Depuis 1962, son programme d'études supérieures a délivré plus de 400 doctorats et deux fois plus de diplômes de master. Environ la moitié du corps étudiant vient de l'étranger, principalement d'autres pays d'Amérique latine. Le corps enseignant (50 personnes) compte pour sa part des ressortissants de 14 pays différents.

En 2000, l'IMPA a obtenu le statut d'organisation sociale, qui lui confère plus de flexibilité et d'agilité dans la gestion de ses ressources et une plus grande autonomie en matière de recrutement et d'évolution de carrière des chercheurs.

Il a depuis participé à l'organisation des olympiades brésiliennes de mathématiques dans les écoles publiques, ainsi qu'à la formation des professeurs de l'enseignement secondaire.

En 2014, l'IMPA est entré dans le groupe très fermé des institutions employant un lauréat de la médaille Fields, en la personne d'Ártur Avila, titulaire d'un doctorat délivré par l'IMPA en 2001 et membre permanent du corps enseignant depuis 2009. M. Avila est d'ailleurs le seul lauréat à ce jour à avoir suivi l'intégralité de ses études dans un pays en développement.

L'IMPA et la Société brésilienne de mathématiques organiseront le Congrès international des mathématiciens en 2018.

Source : www.icm2018.org.

Encadré 8.2 : **Le Centre brésilien de recherche sur l'énergie et les matériaux**

Le Centre national de recherche sur l'énergie et les matériaux (CNPEM) est la plus ancienne organisation sociale du Brésil. Il dirige des laboratoires nationaux dans les domaines des sciences biologiques, des nanotechnologies et du bioéthanol.

Il gère également la seule source de rayonnement synchrotron d'Amérique latine, entrée en fonction à la fin des années 1990. Les sources de lumière et la ligne de faisceau ont été conçues et installées au moyen d'une technologie mise au point par le centre lui-même.

Le CNPEM travaille actuellement à l'élaboration et à la construction d'un nouveau synchrotron d'envergure internationale baptisé Sirius. Doté de 40 lignes de faisceau au maximum, il sera l'un des premiers synchrotrons de quatrième génération au monde. Ce projet d'un montant de 585 millions de dollars des États-Unis constituera la plus grande infrastructure scientifique et technologique jamais construite au Brésil. Sirius sera utilisé pour des projets latino-américains de R&D initiés par des universités, des instituts de recherche et des entreprises publiques et privées.

Sur le plan industriel, il contribuera par exemple à la conception de méthodes de décomposition des asphaltènes en vue de faciliter l'extraction de pétrole présentant un indice de viscosité élevé ; à l'explication du processus élémentaire de catalyse dans la production d'hydrogène à partir de l'éthanol ; à la compréhension des interactions entre les végétaux et les agents pathogènes en vue de contrôler les maladies des agrumes ; ou à l'analyse du processus moléculaire qui catalyse la cellulolyse lors de la production d'éthanol de deuxième génération.

Ce projet a été rendu possible par la structure du CNPEM, une organisation sociale dont le statut garantit son autonomie dans la gestion de ses projets.

Source : Auteurs.

scientifiques ou technologiques et signer des contrats de R&D avec des sociétés privées. La souplesse accordée à ces organisations sociales et leur style de gestion en font l'un des succès du modèle scientifique brésilien. À ce jour, il en existe six :

- L'Institut de mathématiques pures et appliquées (IMPA, encadré 8.1) ;
- L'Institut de développement durable Mamirauá (IDSM) ;
- Le Centre national de recherche sur l'énergie et les matériaux (CNPEM, encadré 8.2) ;
- Le Centre de gestion et d'études stratégiques (CGEE) ;
- Le Réseau national d'enseignement et de recherche (RNP) ;
- La plus récente, l'Entreprise brésilienne de recherche et d'innovation industrielle (Embrapii), a été créée fin 2013 par le gouvernement fédéral afin de stimuler l'innovation par le biais d'un système d'appel à propositions. Seules les institutions et entreprises jugées qualifiées peuvent répondre à ces appels, ce qui accélère le processus et augmente les chances de succès des candidats. L'évaluation d'Embrapii est prévue fin 2015.

À la fin des années 1990, au moment des réformes économiques, des lois ont été adoptées pour stimuler la R&D dans le secteur privé. La plus importante est sans conteste la loi nationale sur l'innovation. Peu après son approbation en 2006, le Ministère de la science, de la technologie et de l'innovation a publié un *Plan d'action pour la science, la technologie et l'innovation* (MSTI, 2007) fixant quatre grands objectifs à l'horizon 2010, qui ont été décrits dans le *Rapport de l'UNESCO sur la science 2010* :

- Augmenter les dépenses intérieures brutes de R&D (DIRD) de 1,02 % à 1,50 % du PIB ;
- Augmenter les investissements des entreprises dans la R&D de 0,51 % à 0,65 % du PIB ;
- Augmenter le nombre de bourses universitaires délivrées (à tous les niveaux) par les deux organismes fédéraux, le Conseil national de la recherche (CNPq) et la fondation Coordination de perfectionnement du personnel de l'enseignement supérieur (Capes), de 100 000 à 150 000 ;
- Encourager la S&T au service du développement social en créant 400 centres de formation professionnelle et 600 centres d'enseignement à distance, en élargissant les olympiades de mathématiques à 21 millions de participants et en accordant 10 000 bourses dans l'enseignement secondaire.

En 2012, les DIRD représentaient 1,15 % du PIB et les investissements des entreprises dans la R&D 0,52 % du PIB. Ces deux objectifs n'ont donc pas été atteints. En ce qui concerne les bourses universitaires, le CNPq et la Capes ont aisément atteint leur objectif en matière de doctorats (31 000 en 2010 et 42 000 en 2013), mais ont manqué celui ayant trait à l'ensemble des bourses universitaires (141 000 en 2010). Le *Plan national pour l'enseignement supérieur 2005-2010* prévoyait de délivrer 16 000 doctorats avant la fin du plan. Le nombre de doctorats effectivement délivrés s'élevant à 11 300 en 2010 et à moins de 14 000 en 2013, cet objectif n'a pas été atteint non plus, alors que près de 42 000 bourses fédérales de doctorat ont été accordées en 2013.

En revanche, les objectifs relatifs à la vulgarisation de la culture scientifique ont été partiellement réalisés. En 2010, par exemple, plus de 19 millions d'élèves ont participé aux olympiades brésiliennes de mathématiques dans les écoles publiques, contre 14 millions en 2006. Depuis, cependant, le nombre de participants a tendance à stagner. Jusqu'en 2011, il semblait possible d'atteindre les objectifs concernant l'enseignement à distance et la formation professionnelle, mais il y a eu peu de progrès depuis.

La quatrième[3] Conférence nationale sur la science et la technologie (2010), en plus de jeter les bases du *Plan national pour l'enseignement supérieur 2010-2015*, a défini les grandes lignes de la R&D. Celle-ci doit contribuer à réduire les inégalités régionales et sociales ; à exploiter les ressources naturelles brésiliennes dans une optique durable ; à améliorer la valeur ajoutée de la transformation et des exportations grâce à l'innovation ; et à renforcer le rôle international du Brésil.

Les propositions faites lors de la quatrième Conférence nationale ont été présentées dans un *Livre bleu* qui a servi de base à l'élaboration d'objectifs au titre d'un plan quadriennal baptisé *Brasil Maior* (Grand Brésil). Le lancement de ce plan a coïncidé avec l'arrivée au pouvoir de l'administration Rousseff en janvier 2011. Les objectifs fixés par *Brasil Maior* pour 2014 visaient notamment à :

- Élever le niveau d'investissement en capital fixe à 22,4 % du PIB (contre 19,5 % en 2010) ;
- Élever les investissements des entreprises dans la R&D à 0,90 % du PIB (contre 0,57 % en 2010) ;
- Élever la part de la population active ayant achevé ses études secondaires à 65 % (contre 54 % alors) ;
- Élever la part des entreprises à forte concentration de savoir à 31,5 % du total (contre 30,1 % alors) ;
- Porter le nombre de petites et moyennes entreprises (PME) innovantes à 58 000 (contre 37 000 alors) ;
- Diversifier les exportations et atteindre une part du Brésil aux échanges mondiaux de 1,60 % (contre 1,36 % alors) ;
- Étendre l'accès à l'Internet large bande fixe à 40 millions de foyers (contre 14 millions alors).

Les seuls réels progrès enregistrés jusqu'à présent concernent ce dernier objectif. En décembre 2014, près de 24 millions de foyers (36,5 %) disposaient d'un accès à l'Internet large bande fixe. L'investissement en capital fixe a en réalité régressé, à 17,2 % du PIB (2014) ; les investissements des entreprises sont redescendus à 0,52 % du PIB (2012) ; et la proportion des exportations brésiliennes dans le commerce mondial a reculé à 1,2 % (2014). Parallèlement, le Brésil a perdu trois places au classement des volumes absolus d'exportations et se classe aujourd'hui 25e. Le nombre de jeunes adultes achevant leurs études secondaires n'a pas augmenté, pas plus que leur participation au marché du travail. Nous étudierons les raisons de ces tendances un peu plus loin.

Un autre programme, sans lien avec *Brasil Maior*, a retenu l'attention des autorités et reçoit une part généreuse des fonds fédéraux destinés à la R&D : il s'agit de Sciences sans frontières, lancé en 2011 dans le but d'envoyer 100 000 étudiants à l'étranger avant fin 2015 (encadré 8.3).

3. La première, organisée en 1985 après le rétablissement d'un gouvernement civil, visait à définir le mandat du nouveau Ministère des sciences et technologies (qui deviendra par la suite le Ministère de la science, de la technologie et de l'innovation). La deuxième conférence s'est tenue en 2001. La troisième, organisée en 2005, a jeté les bases du *Plan d'action pour la science, la technologie et l'innovation* (2007).

TENDANCES EN MATIÈRE D'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR

Ralentissement des inscriptions dans l'enseignement privé

L'enseignement supérieur enregistre des taux de croissance très rapides depuis le lancement du programme de stabilisation économique dans la deuxième moitié des années 1990. Cet essor est surtout visible au niveau des inscriptions en premier cycle, avec l'arrivée de 1,5 million d'étudiants supplémentaires depuis 2008. Près des trois quarts d'entre eux (7,3 millions d'étudiants en 2013) se sont inscrits dans des établissements privés. Ceux-ci sont pour la plupart des établissements d'enseignement, à quelques exceptions près, telles que le réseau des universités catholiques et les quelques institutions à but non lucratif qui enseignent l'économie et l'administration, à l'instar de la fondation Getulio Vargas. L'essor de l'enseignement supérieur privé est pour moitié imputable aux programmes d'enseignement à distance, une tendance nouvelle au Brésil à ce niveau d'études.

Des subventions fédérales ont financé quelque deux millions de prêts étudiants en 2014. Malgré cette aide, les inscriptions dans des établissements privés de l'enseignement supérieur semblent s'essouffler, conséquence peut-être du ralentissement économique et d'un moindre désir de s'endetter. Seulement 1,2 million de prêts avaient été renouvelés en mars 2015, un mois après la rentrée universitaire. Alors que les étudiants avaient contracté 730 000 nouveaux prêts en 2014, le Ministère de l'éducation s'attend à ce que ce chiffre chute à 250 000 en 2015.

Dans le secteur public, grâce au Programme de restructuration et d'expansion des universités fédérales[4] (Reuni), le nombre d'universités et d'instituts polytechniques a augmenté d'environ 25 % et le nombre d'étudiants de 80 % (passant de 640 000 à 1 140 000) entre 2007 et 2013. Le deuxième et le troisième cycles ont également prospéré dans le secteur public, où l'on enregistre une augmentation de 30 % du nombre de doctorats délivrés entre 2008 et 2012 (figure 8.2).

La qualité de l'éducation compte plus que la durée des études

Pour améliorer la productivité de la main-d'œuvre, il faut augmenter les investissements en capital et/ou adopter de nouvelles technologies. Or, la création, le développement et l'intégration de nouvelles technologies exigent une main-d'œuvre qualifiée, et notamment la formation scientifique des personnes les plus impliquées dans les processus d'innovation. Même dans le secteur des services, qui produit aujourd'hui environ 70 % du PIB brésilien, une main-d'œuvre plus instruite favoriserait une nette hausse de la productivité.

Le Brésil a donc tout intérêt à améliorer le niveau d'instruction moyen de sa population adulte. À en juger par le Programme international pour le suivi des acquis des élèves (PISA) de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE), la qualité de l'éducation semble médiocre. Lors des examens PISA de 2012, les élèves brésiliens de 15 ans se sont en moyenne classés environ 100 points en dessous de la moyenne de l'OCDE en mathématiques, bien qu'ils aient réalisé

4. Voir http://reuni.mec.gov.br/.

Encadré 8.3 : **Sciences sans frontières**

Le programme Sciences sans frontières est une initiative conjointe du Ministère de la science, de la technologie et de l'innovation et du Ministère de l'éducation, par le biais de leurs organismes de financement respectifs, le CNPq et la Capes.

Annoncé début 2011, ce programme a commencé à envoyer ses premiers étudiants à l'étranger en août de la même année.

Fin 2014, plus de 70 000 étudiants avaient séjourné à l'étranger, principalement en Europe, aux États-Unis et au Canada. Plus de 80 % d'entre eux étaient des étudiants de premier cycle qui ont passé jusqu'à une année dans une université étrangère.

Les doctorants brésiliens sont également autorisés à partir approfondir leurs recherches à l'étranger pendant un an.

D'autres groupes sont également ciblés : les étudiants inscrits dans des programmes de doctorat complets à l'étranger et dans des programmes post-doctoraux, ainsi que quelques membres invités du corps enseignant. Les chercheurs employés par des sociétés privées peuvent eux aussi se porter candidats pour une formation spécialisée à l'étranger.

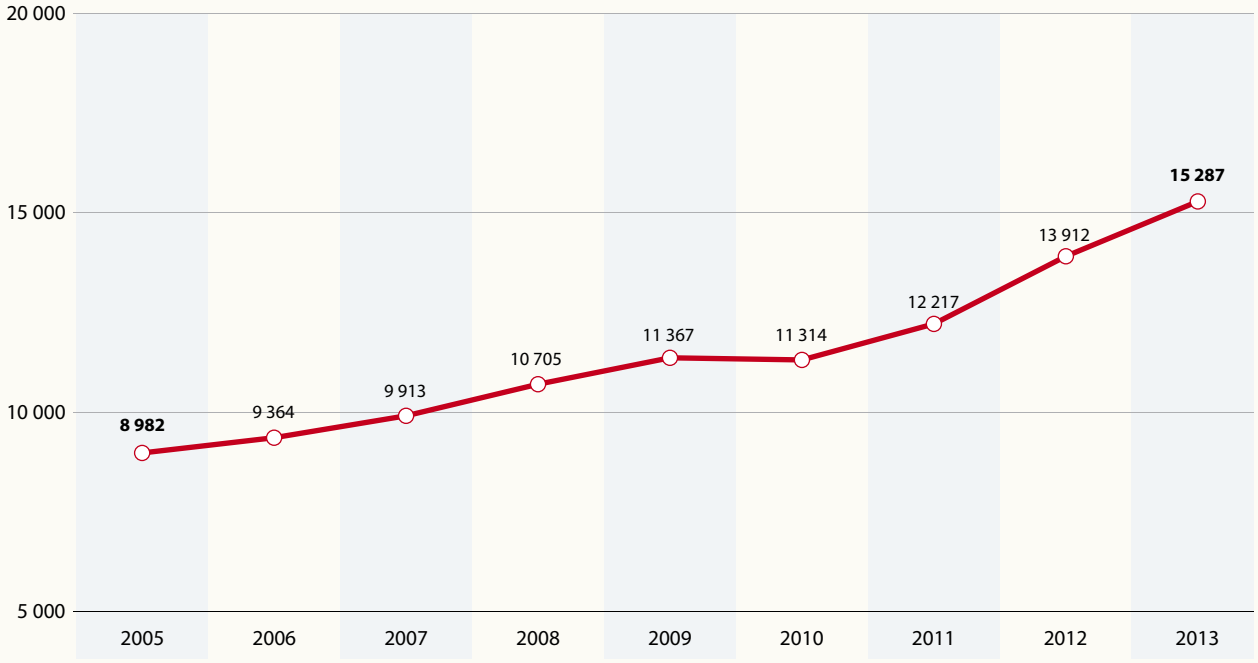
Le programme cherche par ailleurs à attirer de jeunes chercheurs étrangers désireux de s'installer au Brésil ou de conclure un partenariat avec des chercheurs brésiliens dans les domaines prioritaires du programme, à savoir :

- Ingénierie ;
- Sciences pures et naturelles ;
- Sciences médicales et biomédicales ;
- TIC ;
- Aérospatiale ;
- Produits pharmaceutiques ;
- Production agricole durable ;
- Pétrole, gaz et charbon ;
- Énergies renouvelables ;
- Biotechnologies ;
- Nanotechnologies et nouveaux matériaux ;
- Technologie de prévention et d'atténuation des catastrophes naturelles ;
- Biodiversité et bioprospection ;
- Sciences de la mer ;
- Minerais ;
- Nouvelles technologies de génie du bâtiment ;
- Formation du personnel technique.

L'impact de cette expérience sur l'enseignement supérieur et les systèmes de recherche brésiliens n'a pas encore été évalué. Il a été décidé en septembre 2015 que le programme Sciences sans frontières ne serait pas poursuivi après 2015.

Source : Auteurs.

Figure 8.2 : **Doctorats délivrés au Brésil, 2005-2013**



Source : Capes, Ministère de l'éducation, InCites.

les plus gros progrès dans cette matière, tous pays confondus, entre 2003 et 2012[5]. Les jeunes Brésiliens obtiennent également des résultats relativement mauvais en lecture et en science.

Selon les conclusions d'une étude récente, fondée sur des évaluations internationales des acquis et les données économiques d'un large échantillon de pays sur quarante ans (1960-2000), ce n'est pas le nombre d'années d'éducation formelle qui compte du point de vue de la croissance économique, mais la qualité avec laquelle les compétences requises ont été inculquées (Hanusheck et Woessmann, 2012). Utilisant la note PISA comme un indicateur des compétences de la population de jeunes adultes, les auteurs en concluent que le taux annuel moyen de croissance économique par habitant augmente d'environ 2 points de pourcentage par centaine de points aux examens.

Le Brésil vient de promulguer une loi éducative nationale qui définit des objectifs à l'horizon 2024. L'un d'eux consiste à atteindre un score PISA de 473 points d'ici 2024. Si l'on s'appuie sur l'histoire récente, les chances sont faibles : de 2000 à 2012, la note des élèves brésiliens a augmenté d'environ deux points par an, en moyenne, en mathématiques, en science et en lecture. À ce rythme, le Brésil n'atteindra pas la note voulue avant 2050.

La qualité n'est pas le seul aspect de l'éducation de base qui devrait retenir l'attention des décideurs : le nombre de diplômés de l'enseignement secondaire stagne depuis le début des années 2000 à environ 1,8 million par an, malgré les efforts déployés pour améliorer l'accès. Cela signifie que seule la moitié de la population ciblée décroche son diplôme de fin d'études secondaires, une tendance qui limite l'expansion de l'enseignement supérieur. Une grande partie des 2,7 millions d'étudiants admis à l'université en 2013 étaient des adultes reprenant leurs études en vue d'obtenir un diplôme, et cette source de demande ne devrait guère évoluer à l'avenir. Même la part relativement restreinte de la population qui est en mesure de décrocher un diplôme universitaire (environ 15 % des jeunes adultes à l'heure actuelle) n'acquiert pas de compétences pointues et de connaissances de fond, comme en témoignent les résultats du Système national d'évaluation de l'enseignement supérieur (Pedrosa *et al.*, 2013).

Une initiative fédérale lancée en 2011, Pronatec, vise à développer la main-d'œuvre qualifiée en encourageant les études secondaires techniques et professionnelles. D'après les données gouvernementales, plus de 8 millions de personnes auraient déjà bénéficié de ce programme. Ce tableau impressionnant est toutefois assombri par les remarques de plus en plus nombreuses d'observateurs indépendants, qui estiment que la plupart des adolescents formés dans ce cadre n'ont acquis qu'un nombre limité de compétences nouvelles et que le budget dépensé aurait été plus utile ailleurs. La critique principale a porté sur le fait que la plupart des fonds étaient allés à des établissements privés ayant très peu d'expérience de la formation professionnelle.

5. Voir www.oecd.org/pisa/keyfindings/PISA-2012-results-brazil.pdf.

TENDANCES EN MATIÈRE DE R&D

Les objectifs en matière de dépenses en R&D restent hors de portée

L'essor économique du Brésil entre 2004 et 2012 s'est traduit par une augmentation des dépenses publiques et privées en R&D. Les dépenses intérieures brutes de R&D (DIRD) ont presque doublé, pour atteindre 35,5 milliards de dollars PPA (en dollars de 2011, figure 8.3). La principale augmentation s'est produite entre 2004 et 2010, lorsque les DIRD sont passées de 0,97 % à 1,16 % du PIB. Depuis 2010, le secteur public est le seul à relever l'intensité de la R&D, puisque les investissements des entreprises ont même diminué, passant de 0,57 % à 0,52 % du PIB (2012). Les premiers chiffres pour 2013 indiquent une légère hausse des dépenses publiques et une contribution constante du secteur des entreprises (par rapport au PIB). Les dépenses privées en R&D devraient reculer à partir de 2015, jusqu'à ce que l'économie montre des signes de reprise. Même les analystes les plus optimistes écartent cette hypothèse jusqu'en 2016. L'investissement en capital fixe au Brésil devrait continuer à diminuer en 2015, en particulier dans le secteur manufacturier. Cette tendance aura certainement des répercussions sur les dépenses de R&D d'un secteur à l'autre. La crise que traverse Petrobrás devrait lourdement peser sur les investissements dans la R&D, puisque la société représentait ces dernières années environ 10 % de l'investissement annuel en capital fixe du pays. Les restrictions budgétaires récemment annoncées concernant le budget fédéral, entre autres mesures d'austérité, devraient également influer sur les dépenses publiques de R&D.

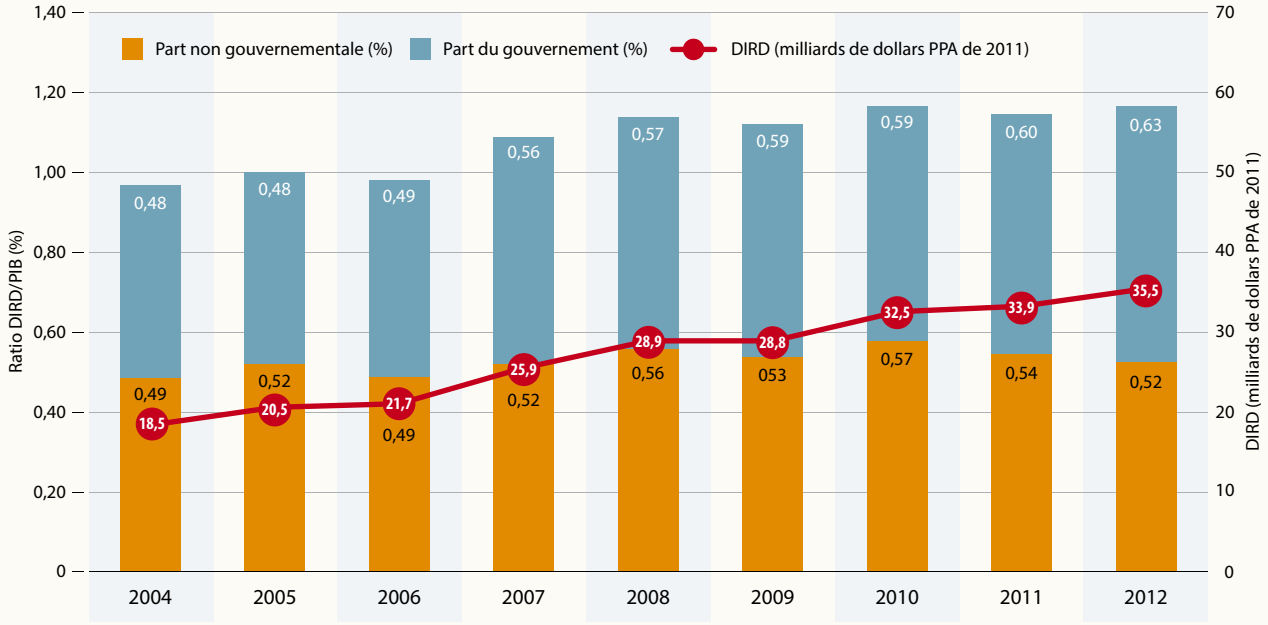
Le ratio DIRD/PIB du Brésil reste très inférieur à celui des économies avancées et de certains marchés dynamiques émergents comme la Chine ou, en particulier, la République de Corée (voir chapitres 23 et 25). En même temps, il est relativement comparable à celui d'économies développées ralenties, telles que l'Italie ou l'Espagne, et d'autres grands marchés émergents comme la Fédération de Russie (voir chapitre 13). Par ailleurs, il devance largement la plupart des autres pays d'Amérique latine (figure 8.4).

L'écart entre le Brésil et les économies avancées est beaucoup plus prononcé en ce qui concerne les ressources humaines de R&D (figure 8.5). Il en va de même pour la forte baisse, depuis quelques années, de la proportion du personnel de recherche parmi les employés des entreprises (figure 8.6). À l'opposé de la tendance observée dans la plupart des pays développés et des principaux pays émergents, ce phénomène reflète aussi bien l'augmentation de la R&D dans l'enseignement supérieur que la croissance anémique de la R&D dans le secteur des entreprises (décrite plus haut).

Les entreprises privées dépensent moins en R&D

La quasi-totalité des dépenses non publiques de R&D provient de sociétés privées (les universités privées n'en constituant qu'une infime partie). Depuis 2010, cette dépense recule par rapport au PIB (figure 8.3) : elle est passée de 49 % à 45 % (2012) des dépenses totales, descendant même à 42 % en 2013 selon les données gouvernementales préliminaires.

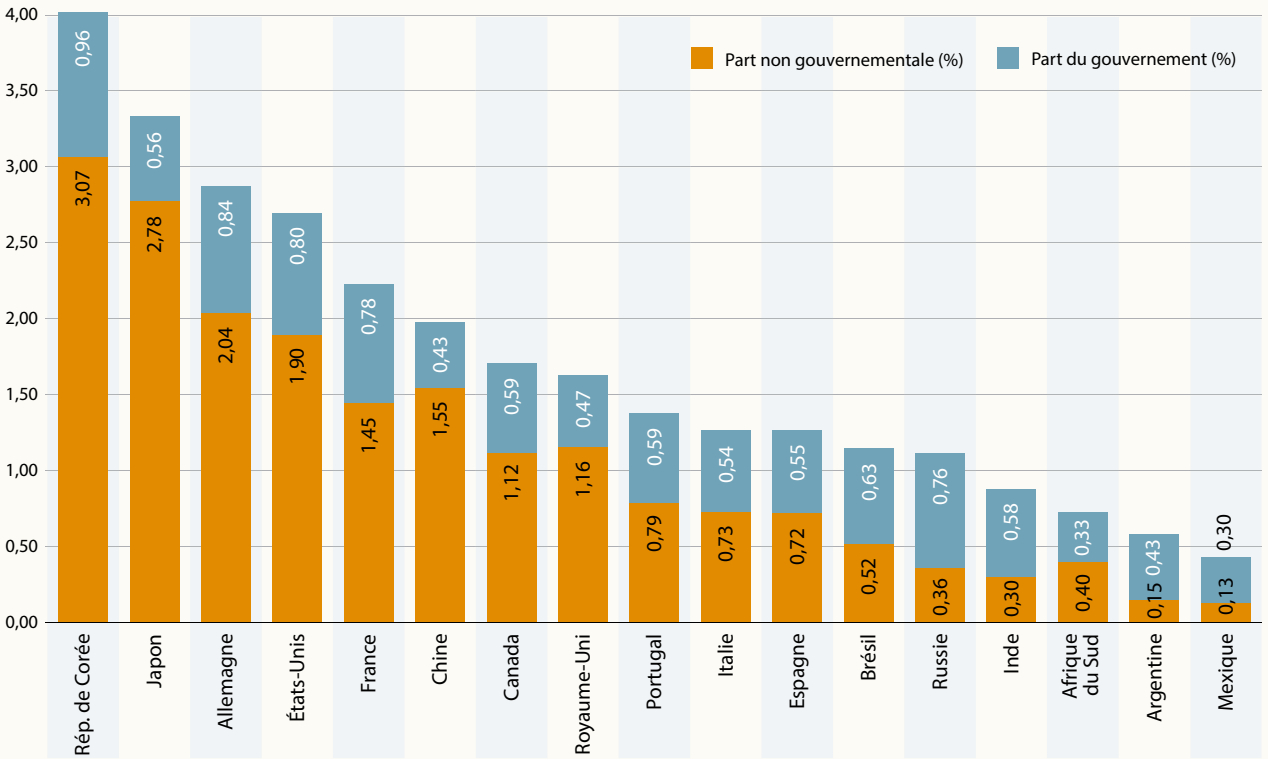
Figure 8.3 : **Les DIRD au Brésil par secteur de financement, 2004-2012**
En milliards de dollars PPA de 2011 et en pourcentage du PIB



Remarque : La grande majorité des financements non publics provient d'entreprises privées. Les universités privées représentaient à peine 0,02 à 0,03 % des DIRD entre 2004 et 2012. Les figures 8.3 et 8.4 sont fondées sur les données actualisées du PIB du Brésil qui étaient disponibles en septembre 2015. À ce titre, elles peuvent ne pas correspondre aux autres indicateurs indexés sur le PIB présentés dans ce rapport.

Source : Ministère brésilien de la science, de la technologie et de l'innovation.

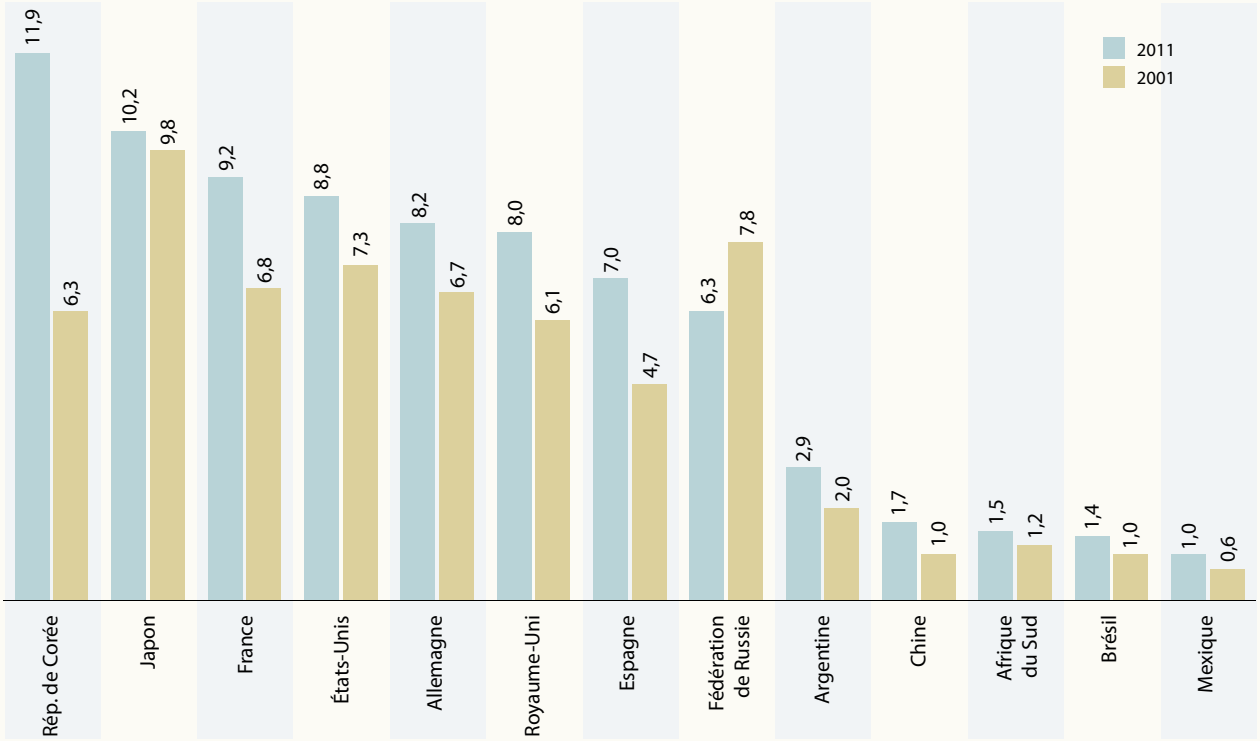
Figure 8.4 : **Contribution du secteur brésilien des entreprises aux DIRD en pourcentage du PIB, 2012 (%)**
Les données des autres pays sont indiquées à titre de comparaison



Source : OCDE, Principaux indicateurs de la science et de la technologie, janvier 2015 ; Ministère brésilien de la science, de la technologie et de l'innovation.

Figure 8.5 : **Proportion de chercheurs brésiliens ETP pour 1 000 personnes actives, 2001 et 2011 (%)**

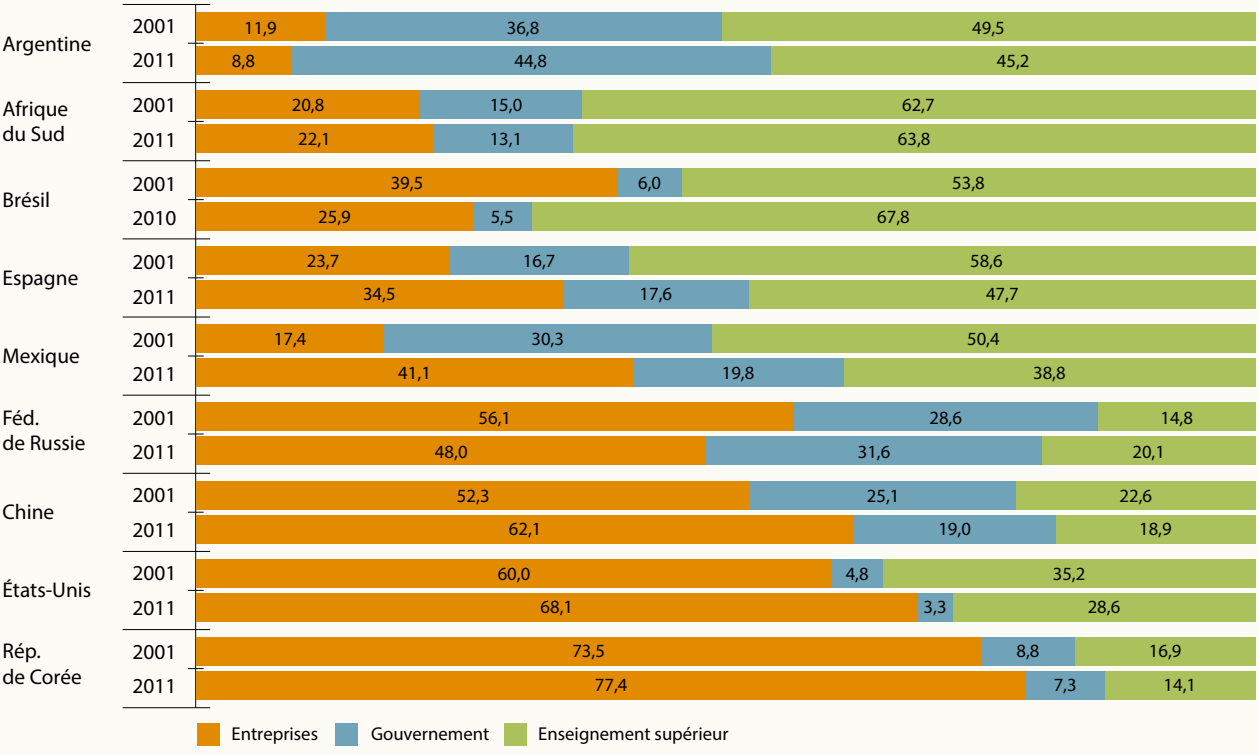
Les données des autres pays sont indiquées à titre de comparaison



Source : OCDE, Principaux indicateurs de la science et de la technologie, janvier 2015.

Figure 8.6 : **Proportion de chercheurs ETP au Brésil, par secteur, 2001 et 2011 (%)**

Les données des autres pays sont indiquées à titre de comparaison



Source : OCDE, Principaux indicateurs de la science et de la technologie, janvier 2015.

Cette tendance devrait se maintenir quelque temps ; le secteur des entreprises ne risque donc pas de consacrer 0,90 % du PIB à la R&D en 2014.

Les principales raisons du faible niveau de R&D dans le secteur privé au Brésil tiennent au manque de compétences scientifiques et techniques du grand public et à l'absence de mesures incitant les entreprises à mettre au point de nouvelles technologies, de nouveaux produits et de nouveaux procédés. Comme on l'a vu dans la section précédente, tous les indicateurs disponibles montrent que le système éducatif brésilien n'a pas doté la population des moyens d'évoluer correctement dans une société technologiquement avancée, ni de contribuer véritablement aux progrès techniques.

Quant au faible niveau d'innovation au Brésil, il s'agit d'un phénomène ancré dans l'indifférence profonde des entreprises et des industries pour le développement de nouvelles technologies. Il existe bien sûr des domaines où l'innovation technologique suscite de l'intérêt : Embraer, le constructeur aéronautique brésilien, Petrobrás, la société pétrolière d'État, et Vale, le grand conglomérat minier, sont tous très compétitifs dans leurs domaines respectifs. Ils disposent d'un personnel hautement qualifié ainsi que de technologies, procédés et produits à la fois innovants et compétitifs. Ces sociétés novatrices ont une caractéristique en commun : leurs produits de base sont soit des matières premières, soit utilisées par l'industrie des services, comme dans le cas des avions commerciaux. Autre domaine dans lequel le Brésil fait preuve d'innovation et se montre à la hauteur de la concurrence internationale : l'agriculture, là encore un secteur de matières premières. En revanche, il n'existe aucune société brésilienne à la pointe en matière de technologies de l'information et de la communication (TIC), d'électronique ou de biotechnologies. Comment cela se fait-il ? Selon nous, la politique industrielle brésilienne, qui protège depuis longtemps les marchés intérieurs de produits locaux (sous différentes formes), joue un rôle essentiel dans ce processus. Nous ne commençons à comprendre que maintenant à quel point cette politique de substitution des importations peut être nuisible à la création d'un environnement innovant. Pourquoi une entreprise locale investirait-elle des sommes importantes dans la R&D si elle n'a pour concurrentes que des entreprises faisant aussi peu de cas de l'innovation et bénéficiant du même système protectionniste ? Conséquence de cette politique, la part brésilienne des échanges mondiaux recule progressivement depuis plusieurs décennies, notamment sur le plan des exportations de produits industriels. Une tendance qui va même en s'accélérant depuis quelques années[6] (Pedrosa et Queiroz, 2013).

La situation devrait d'ailleurs se dégrader à brève échéance : selon les données les plus récentes, l'industrie pourrait connaître ses pires années en 2014 et 2015, en particulier dans le sous-secteur de la transformation de l'industrie manufacturière.

Le ralentissement actuel de l'économie empêche déjà les fonds sectoriels du gouvernement d'engranger des recettes, les bénéfices trimestriels étant souvent bas. Créés à la fin des années 1990, les fonds sectoriels brésiliens figurent parmi les principales sources de financement public de la R&D. Chacun d'eux[7] est alimenté par des taxes prélevées dans des secteurs précis de l'industrie ou des services, par exemple auprès des entreprises de services énergétiques.

Le « coût brésilien » freine les entreprises

Le développement industriel moderne du Brésil est freiné par le manque d'infrastructures modernes, notamment en matière de logistique et de production d'électricité, auquel s'ajoute une réglementation fastidieuse au sujet de l'immatriculation, de la fiscalité et de la faillite des entreprises, autant de démarches qui coûtent très cher. Ce phénomène a d'ailleurs un nom : c'est le « coût brésilien » (*Custo Brasil*).

Ce « coût brésilien » empêche les entreprises brésiliennes de rivaliser avec la concurrence internationale et freine l'innovation. Le Brésil a un niveau d'exportations relativement faible. Leur proportion par rapport au PIB a même chuté de 14,6 % à 10,8 % entre 2004 et 2013, malgré l'essor des matières premières. Les taux de change défavorables ne suffisent pas à expliquer cette tendance.

La plupart des exportations brésiliennes ont trait aux matières premières, qui représentaient 50,8 % du volume total exporté au premier semestre 2014, contre 29,3 % en 2005. Le soja et autres légumineuses totalisent 18,3 % des exportations ; le minerai de fer, la viande et le café, 32,5 %. Un tiers seulement des marchandises (34,5 %) étaient manufacturées, en nette baisse par rapport à 2005 (55,1 %). Dans ce dernier segment, 6,8 % seulement des exportations pouvaient être considérées comme high tech, et 41,0 % comme low tech (contre 36,8 % en 2012).

Les chiffres les plus récents dressent également un portrait des plus sombres. La production industrielle a reculé de 2,8 % entre novembre et décembre 2014, et de 3,2 % sur l'année entière. La régression est encore plus nette pour le capital (-9,6 %) et les biens durables (-9,2 %) sur douze mois, signe d'une chute des investissements dans le capital fixe.

La majorité des dépenses publiques de R&D profitent aux universités

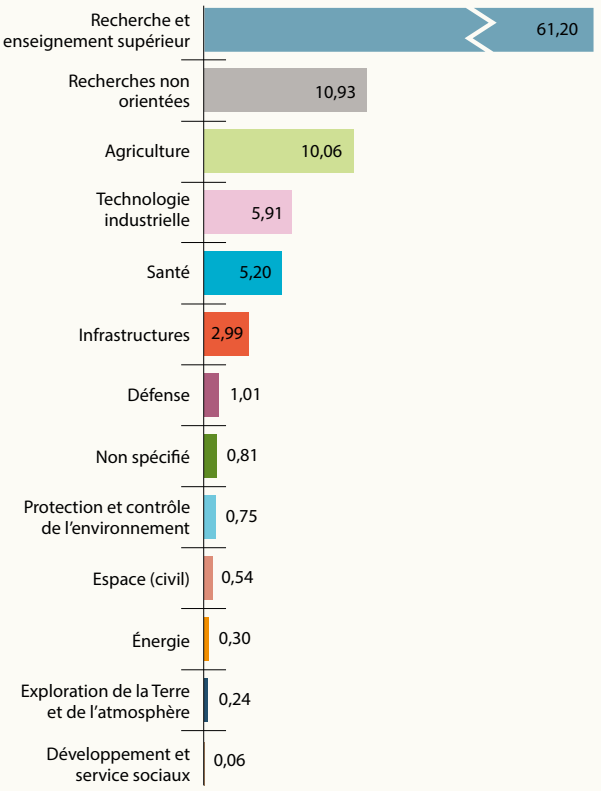
Comme dans la plupart des pays, les universités brésiliennes se taillent la part du lion dans les dépenses publiques de R&D (figure 8.7). Ces dernières ont légèrement augmenté, passant de 58 % à 61 % des dépenses publiques totales de R&D entre 2008 et 2012.

Parmi les secteurs spécifiques, l'agriculture vient ensuite, en reflet de son importance pour le Brésil, deuxième producteur de denrées alimentaires au monde derrière les États-Unis. La productivité agricole brésilienne n'a cessé de croître depuis les années 1970, en raison du recours accru à des technologies et procédés innovants. La R&D industrielle arrive en troisième position, suivie par la santé et les infrastructures. Quant aux secteurs restants, ils obtiennent tout au plus 1 % chacun des dépenses publiques.

6. Pedrosa et Queiroz (2013) présentent une analyse détaillée des politiques industrielles récentes du Brésil et de leurs conséquences dans différents domaines, tels que le secteur pétrolier et de l'énergie en général, l'industrie automobile ou les biens de consommation.

7. Pour une analyse détaillée des fonds sectoriels brésiliens, voir le *Rapport de l'UNESCO sur la science 2010*.

Figure 8.7 : **Dépenses publiques de R&D au Brésil, par objectif socioéconomique, 2012 (%)**



Source : Ministère de la science, de la technologie et de l'innovation.

À quelques exceptions près, la répartition des dépenses publiques de R&D en 2012 est identique[8] à celle de 2000. Après une montée en flèche (de 1,4 % en 2000 à 6,8 % en 2008), la technologie industrielle a vu sa part des dépenses publiques redescendre à 5,9 % en 2012. La part de la R&D dans l'aérospatiale (civile) ne cesse de diminuer après avoir culminé à 2,3 % en 2000. Le budget de la recherche pour la défense a chuté de 1,6 % à 0,6 % entre 2000 et 2008, mais est remonté depuis à 1,0 %. La recherche sur l'énergie a également reculé de 2,1 % (2000) à seulement 0,3 % (2012). Dans l'ensemble, la répartition des dépenses publiques de R&D semble néanmoins relativement stable.

En mai 2013, l'administration brésilienne Redetec a engagé la société argentine INVAP pour la construction d'un réacteur nucléaire polyvalent au Brésil, à des fins de recherche et de production des radio-isotopes employés dans la médecine nucléaire, l'agriculture et la gestion de l'environnement. L'INVAP a déjà construit un réacteur similaire en Australie. Le réacteur polyvalent devrait être opérationnel en 2018. Il sera situé au Centre de technologie marine de São Paulo, et la société brésilienne Intertechne construira une partie de ses infrastructures.

Les entreprises déclarent négliger les activités d'innovation

Lors de la dernière enquête sur l'innovation réalisée par l'Institut brésilien de géographie et de statistiques (IBGE), toutes les entreprises ont déclaré se consacrer beaucoup moins à leurs activités d'innovation depuis 2008 (IBGE, 2013). L'enquête concernait toutes les entreprises publiques et privées des secteurs de l'extraction et de la transformation, ainsi que celles du secteur des services ayant trait à la technologie, par exemple les opérateurs de télécommunications, les fournisseurs d'accès à Internet ou les compagnies de gaz et d'électricité. Ainsi, la part d'entreprises réalisant des activités d'innovation a reculé de 38,1 % en 2008 à 35,6 % en 2011. Cette baisse est particulièrement notable dans le secteur des télécommunications, tant en ce qui concerne la production de biens (-18,2 %) que la prestation de services (-16,9 %). Les grandes entreprises enregistrent apparemment la réduction relative la plus importante entre 2008 et 2011. Ainsi, parmi celles employant au moins 500 salariés, la proportion d'entreprises s'intéressant à la création de nouveaux produits est passée de 54,9 % à 43,0 % dans cet intervalle. Une étude comparée des enquêtes sur l'innovation menées par l'IBGE durant les périodes 2004-2008 et 2009-2011 révèle que la crise de 2008 a eu des répercussions néfastes sur les activités d'innovation de la plupart des entreprises brésiliennes. La situation économique s'est détériorée au Brésil depuis 2011, surtout dans le secteur industriel. Il faut donc s'attendre à ce que la prochaine enquête dévoile des chiffres encore plus bas.

Réduction des dépenses relatives aux énergies renouvelables

Les ambitions du Brésil au sujet du biodiesel ont sans doute attiré l'attention des médias à la fin des années 2000, lorsque les cours mondiaux de l'énergie et des denrées alimentaires se sont envolés, mais le secteur de l'énergie y a toujours bénéficié d'une bonne visibilité. Le géant pétrolier Petrobrás, contrôlé par l'État, dépose plus de brevets que n'importe quelle autre société brésilienne. En outre, les producteurs d'électricité ont l'obligation légale d'investir un pourcentage donné de leur chiffre d'affaires dans la R&D (encadré 8.4).

Le fait que l'énergie constitue un secteur clé de l'économie n'a pas empêché le gouvernement de réduire ses dépenses de recherche sur l'énergie de 2,1 % du total en 2000 à 1,1 % en 2008, puis à 0,3 % en 2012. Les sources d'énergie renouvelable ont été les premières victimes de ces restrictions budgétaires, les investissements publics se tournant de plus en plus vers la prospection pétrolière et gazière en haute mer, au large des côtes au sud-est du pays. L'un des domaines dans lesquels cette tendance s'est directement fait sentir est l'industrie de l'éthanol, qui a dû fermer des usines et réduire ses propres investissements dans la R&D. Ses difficultés résultent en partie de la politique tarifaire de Petrobrás. Sous l'influence de l'État, son principal actionnaire, Petrobrás a fait artificiellement baisser les prix du pétrole entre 2011 et 2014 pour maîtriser l'inflation. Cela a eu pour effet de tirer vers le bas les prix de l'éthanol, retirant toute rentabilité à sa production. Cette politique a fini par nuire aux propres recettes de Petrobrás, l'obligeant à réduire ses investissements dans la prospection pétrolière et gazière. La société étant à elle seule responsable d'environ 10 % des investissements en capital fixe au Brésil, cette tendance, renforcée par le scandale de corruption qui ébranle Petrobrás actuellement, aura certainement des répercussions sur l'investissement général des Brésiliens dans la R&D.

Au Brésil, près des trois quarts de la production d'électricité (73 %) sont d'origine hydraulique (figure 8.8). Cette contribution a même frôlé les 80 % en 2010, mais la part de l'énergie hydraulique a souffert à la fois de la diminution des précipitations et du vieillissement des usines, dont la plupart datent des années 1960 et 1970.

8. Voir le *Rapport de l'UNESCO sur la science 2010*, p. 105, pour une comparaison entre 2000 et 2008.

Encadré 8.4 : **Investir dans l'efficacité énergétique, une obligation légale des entreprises au Brésil**

La loi fait obligation aux compagnies d'électricité brésiliennes d'investir une partie de leur chiffre d'affaires dans des programmes d'efficacité énergétique et de contribuer au Fonds national pour le développement scientifique et technologique (FNDCT). La loi s'applique aux entreprises aussi bien publiques que privées qui travaillent à la production, à la transmission et à la distribution de l'électricité. Le FNDCT finance la R&D réalisée dans les universités, les instituts de recherche et les centres de R&D industriels.

La première loi en ce sens a été adoptée en 2000, et la plus récente en 2010.

Les sociétés de distribution sont légalement tenues d'investir 0,20 % de leurs recettes nettes d'exploitation (RNE) dans la R&D et 0,50 % dans des programmes d'efficacité énergétique ; le FNDCT reçoit 0,20 % supplémentaire. Les sociétés de production et de transmission, quant à elles, doivent investir 0,40 % de leurs RNE dans la R&D et contribuer au FNDCT à hauteur de 0,40 %. L'investissement dans les programmes d'efficacité énergétique est considéré comme une dépense privée de R&D, tandis que les fonds destinés au FNDCT sont considérés comme un financement du gouvernement. La loi restera applicable jusqu'à la fin 2015, date à laquelle elle devrait être prolongée ou révisée.

D'après l'Agence nationale pour l'énergie électrique, les programmes d'efficacité énergétique financés par cette initiative ont permis d'économiser 3,6 GWh entre 2008 et 2014, ce qui est assez modeste. En 2014, 342 millions de réaux avaient été consacrés à ces projets, soit moitié moins qu'avant l'inflation (712 millions de réaux en 2011).

Source : Auteurs.
Voir aussi www.aneel.gov.br.

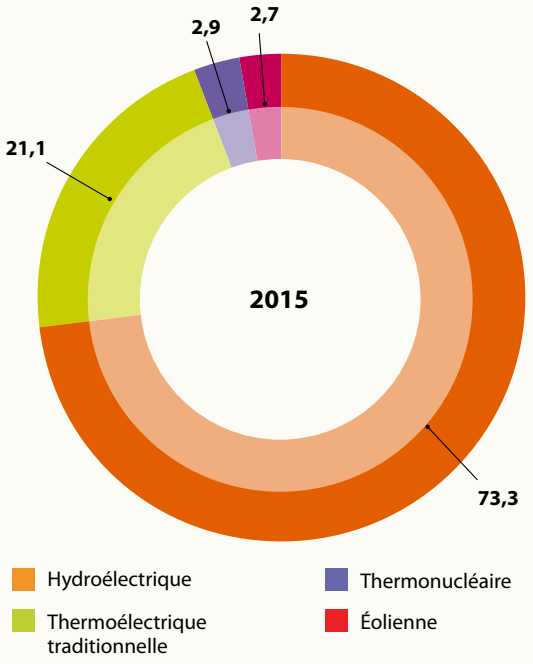
Le recours intensif aux centrales thermoélectriques utilisant des combustibles fossiles a compensé une grande partie des pertes, car les nouvelles sources d'énergie renouvelable (solaire, éolienne, etc.) occupent encore une place limitée dans le bouquet énergétique. En outre, si le Brésil a fait de nets progrès dans l'utilisation du bioéthanol dans les transports, peu d'attention a été accordée à la recherche et à l'innovation en matière de production d'énergie, que ce soit sur le plan du développement de nouvelles sources d'énergie ou de l'amélioration de l'efficacité énergétique. Au vu de ce qui précède, il n'y a pas lieu de s'attendre à ce que les investissements publics dans la R&D dans le domaine de l'énergie retrouvent les niveaux observés au début du siècle, qui permettraient pourtant au Brésil de recouvrer sa compétitivité internationale dans ce domaine.

Les transferts de technologie vers le secteur privé, clé de l'innovation

Malgré le niveau d'innovation généralement faible des entreprises brésiliennes, il existe quelques exceptions, telles qu'Embraer. Natura, entreprise locale de produits cosmétiques, en est un autre exemple (encadré 8.5).

Les transferts de technologie des établissements de recherche publics vers le secteur privé sont un important facteur d'innovation au Brésil dans divers domaines allant de la médecine à la céramique, en passant par l'agriculture et les forages pétroliers en haute mer. Deux centres majeurs ont été créés ces dernières années pour favoriser le développement des nanotechnologies : le Laboratoire national de nanotechnologies pour l'agriculture (LNNA, fondé en 2008) et le Laboratoire national de nanotechnologies du Brésil (LNNano, fondé en 2011). Associé au financement fédéral et étatique de certains projets de recherche dans des domaines connexes, cet investissement stratégique a entraîné une forte hausse du nombre de chercheurs travaillant dans la science des matériaux, avec pour corollaire des recherches et des transferts de technologie décisifs. Un rapport publié par la Société brésilienne de recherche sur les matériaux[9] (2014) cite le chercheur Rubén Sinisterra de l'Université fédérale du Minas Gerais, qui conçoit des médicaments contre l'hypertension. Selon lui, les universités brésiliennes ont aujourd'hui la capacité de produire des nanomatériaux pour une administration ciblée des médicaments, mais, dans la mesure où les entreprises pharmaceutiques nationales sont dépourvues de capacités internes de R&D, les universités doivent travailler avec elles pour lancer des produits et procédés nouveaux sur le marché. D'après la plate-forme Statnano, alimentée par les données de Thomson Reuters, le nombre d'articles consacrés aux nanosciences au Brésil est passé de 5,5 à 9,2 par million d'habitants entre 2009 et 2013. La même source précise que le nombre moyen de citations par article a toutefois diminué dans le même intervalle, tombant de 11,7 à 2,6. En 2013, la littérature brésilienne sur les nanosciences représentait 1,6 % du volume mondial total, contre 2,9 % pour les articles scientifiques en général.

Figure 8.8 : **Production d'électricité au Brésil, par type, 2015**
Part de la production totale d'électricité (en %)



Source : Données de l'opérateur national du réseau, www.ons.org.br/home/.

9. Voir http://ioppublishing.org/newsDetails/brazil-shows-that-materials-matter.

Encadré 8.5 : **L'innovation à la brésilienne : le cas de Natura**

Fondée en 1986, la société Natura Cosméticos est numéro un du marché brésilien des produits d'hygiène personnelle, des cosmétiques et des parfums. Devenue une multinationale, elle est présente aujourd'hui dans de nombreux pays d'Amérique latine et en France, et a déclaré un chiffre d'affaires net de 7 milliards de réaux en 2013 (environ 2,2 milliards de dollars É.-U.). La mission affichée de Natura est de créer et commercialiser des produits et des services qui favorisent le bien-être. Elle fonctionne essentiellement par le biais de ventes directes, avec environ 1,7 million de conseillers (des conseillères, en majorité) vendant directement à leur réseau de clients réguliers plutôt qu'en magasin. Les deux tiers de ces conseillères (1,2 million) sont installées au Brésil.

La société a pour philosophie de transformer les problèmes socio-écologiques en débouchés commerciaux grâce à l'innovation et au développement durable. En 2012, le cabinet Corporate Knights considérait Natura comme la deuxième entreprise la plus durable au monde (selon des critères économiques), et la Forbes List la classait au huitième rang mondial des sociétés les plus innovantes. Par son comportement responsable, Natura est devenue la plus grande entreprise au monde à obtenir la certification B-Corp en 2014.

Natura emploie une équipe de 260 personnes travaillant directement dans le domaine de l'innovation, dont plus de la moitié est titulaire d'un diplôme universitaire. Elle réinvestit environ 3 % de son chiffre d'affaires dans la R&D, ce qui représentait, en 2013, un investissement de 180 millions de réaux (environ 56 millions de dollars É.-U.). Par conséquent, les deux tiers (63,4 %) de ses revenus tirés des ventes en 2013 étaient liés à des produits d'innovation sortis au cours des deux années précédentes. La croissance globale a été très intense, Natura ayant vu sa taille quadrupler en dix ans.

La biodiversité brésilienne est un ingrédient essentiel du processus d'innovation de Natura, qui utilise des extraits de plante dans ses nouveaux produits. L'intégration de principes biologiques actifs dérivés de la flore brésilienne exige des échanges avec les communautés amazoniennes et des partenariats avec des instituts de recherche tels que l'Entreprise brésilienne de recherche agricole (Embrapa). La gamme Chronos, par exemple, repose sur les principes actifs de la *Passiflora alata* (fruit de la passion). Développée en partenariat avec l'université fédérale de Santa Catarina grâce à des fonds fédéraux (FINEP), cette gamme a donné lieu à de nouveaux brevets et à des recherches collaboratives.

Natura a également créé des centres de recherche à Cajamar (São Paulo), dans l'Ecoparque Natura de Benevides Pará. Quant à son centre d'innovation, situé à Manaus, dans la capitale de l'État dl'Amazonas, il conclut des partenariats avec les institutions et entreprises de la région pour transformer le savoir et la technologie d'origine locale en produits et procédés nouveaux, ce qui a incité d'autres entreprises à investir dans la région.

Natura participe en outre à des pôles d'innovation étrangers tels que le pôle mondial de l'innovation à New York. Elle a par ailleurs développé des partenariats internationaux avec, entre autres, le Media Lab du Massachusetts Institute of Technology (États-Unis), le Massachusetts General Hospital (États-Unis) et l'Université de Lyon en France.

À ce jour, Natura est en contact avec plus de 300 organisations : entreprises, institutions scientifiques, agences de financement, spécialistes, ONG et agences réglementaires, en vue de la mise en œuvre de plus de 350 projets porteurs d'innovation. En 2013, ces partenariats représentaient plus de 60 % des projets entrepris par la société. Elle a en particulier inauguré en 2015, en association avec la FAPESP, le Centre de recherche appliquée en bien-être et en comportement humain, qui comprend des équipements de recherche installés dans les universités publiques de l'État.

Source : Compilation des auteurs.

Le nombre de brevets augmente moins vite que celui des publications

Les publications scientifiques au Brésil ont plus que doublé depuis 2005, essentiellement en raison de la montée en flèche du nombre de revues brésiliennes suivies par la base de données Thomson Reuters entre 2006 et 2008. Malgré cet élan artificiel, le rythme d'évolution ralentit depuis 2011 (figure 8.9). En outre, en termes de publications par habitant, le pays est devancé à la fois par les marchés émergents plus dynamiques et par les économies avancées, même s'il fait mieux que la plupart de ses voisins (voir figure 7.8). De fait, du point de vue de son impact, le Brésil a perdu beaucoup de terrain en dix ans. Cela peut s'expliquer par la rapidité de la hausse des inscriptions dans l'enseignement supérieur depuis 1995, principalement dans le système universitaire fédéral. Certaines universités ont même dû engager des professeurs sans expérience, y compris des candidats non titulaires d'un doctorat.

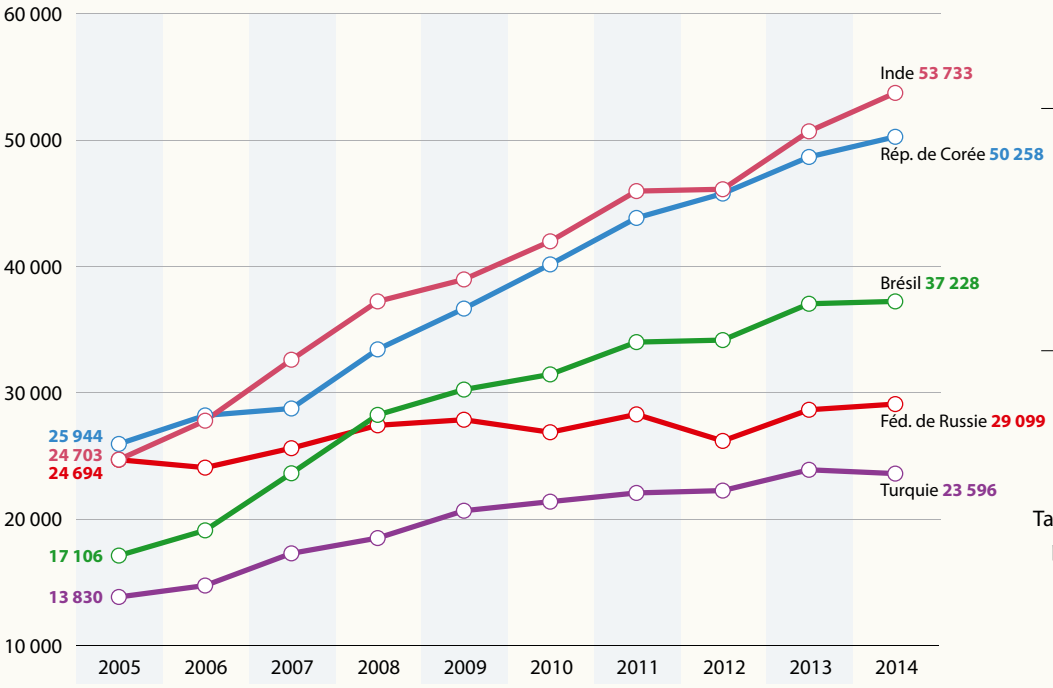
Les demandes de brevet auprès de l'Institut national de propriété intellectuelle (INPI) du Brésil ont progressé de 62 %, passant de 20 639 en 2000 à 33 395 en 2012. Ce taux fait piètre figure à côté de celui des publications scientifiques dans le même intervalle (308 %). En outre, si l'on s'intéresse uniquement aux demandes de brevets déposées par des résidents, la progression a été encore plus faible (21 %).

Les comparaisons internationales s'appuyant sur le nombre de brevets délivrés par l'Office des brevets et des marques des États-Unis d'Amérique (USPTO) donnent une mesure indirecte de la détermination avec laquelle une économie peut rechercher la compétitivité internationale à partir de l'innovation technologique. Bien que le Brésil ait connu une forte croissance dans ce domaine, il n'arrive pas à la hauteur de ses principaux concurrents du point de vue de l'intensité des dépôts de brevets par rapport à sa taille (tableau 8.1). Comparé à d'autres économies émergentes, il semble également accorder relativement moins d'intérêt aux brevets internationaux qu'aux publications (figure 8.10).

Figure 8.9 : **Tendances en matière de publications scientifiques au Brésil, 2005-2014**

La croissance des publications brésiliennes a légèrement diminué depuis 2008

Les données des autres pays sont indiquées à titre de comparaison



147

Publications par million d'habitants en 2008

184

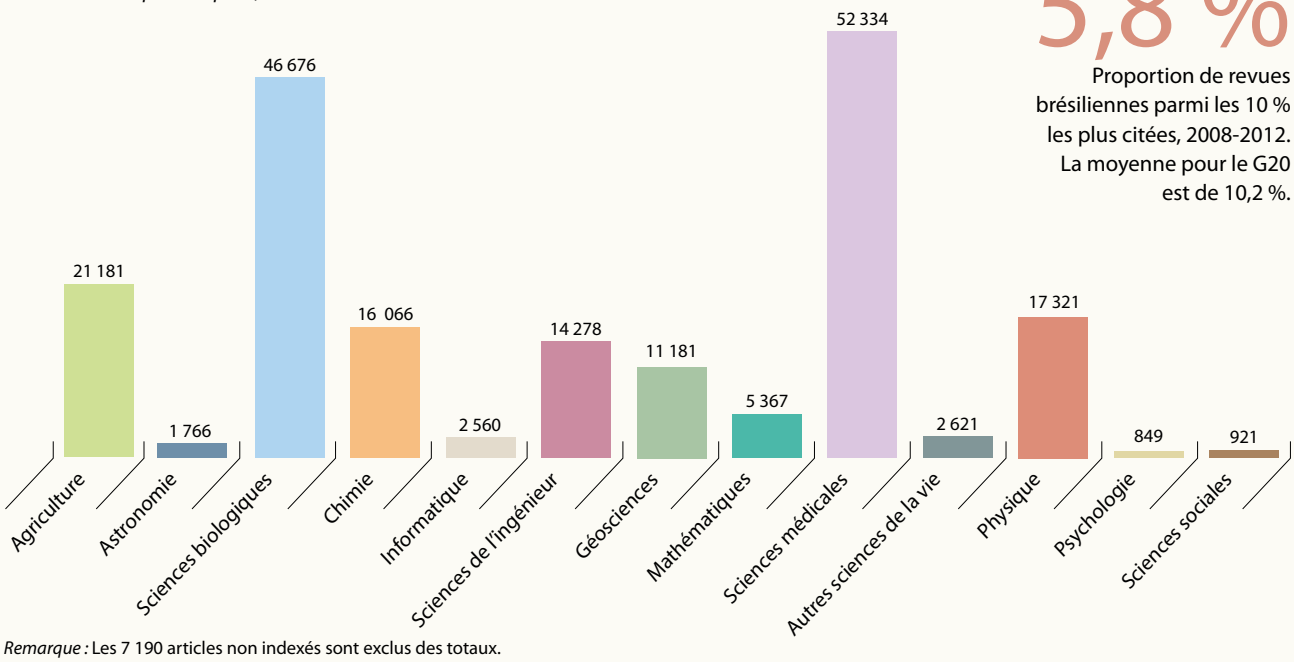
Publications par million d'habitants en 2014

0,74

Taux moyen de citation des publications brésiliennes, 2008-2012. La moyenne pour le G20 est de 1,02.

Les sciences de la vie dominent les publications brésiliennes

Totaux cumulés par discipline, 2008-2014



5,8 %

Proportion de revues brésiliennes parmi les 10 % les plus citées, 2008-2012. La moyenne pour le G20 est de 10,2 %.

Remarque : Les 7 190 articles non indexés sont exclus des totaux.

Les États-Unis, premier partenaire du Brésil

Principaux partenaires étrangers, 2008-2014

	1er partenaire	2e partenaire	3e partenaire	4e partenaire	5e partenaire
Brésil	États-Unis (24 964)	France (8 938)	Royaume-Uni (8 784)	Allemagne (8 054)	Espagne (7 268)

Source : Plate-forme de recherche Web of Science de Thomson Reuters, Science Citation Index Expanded ; traitement des données par Science-Metrix.

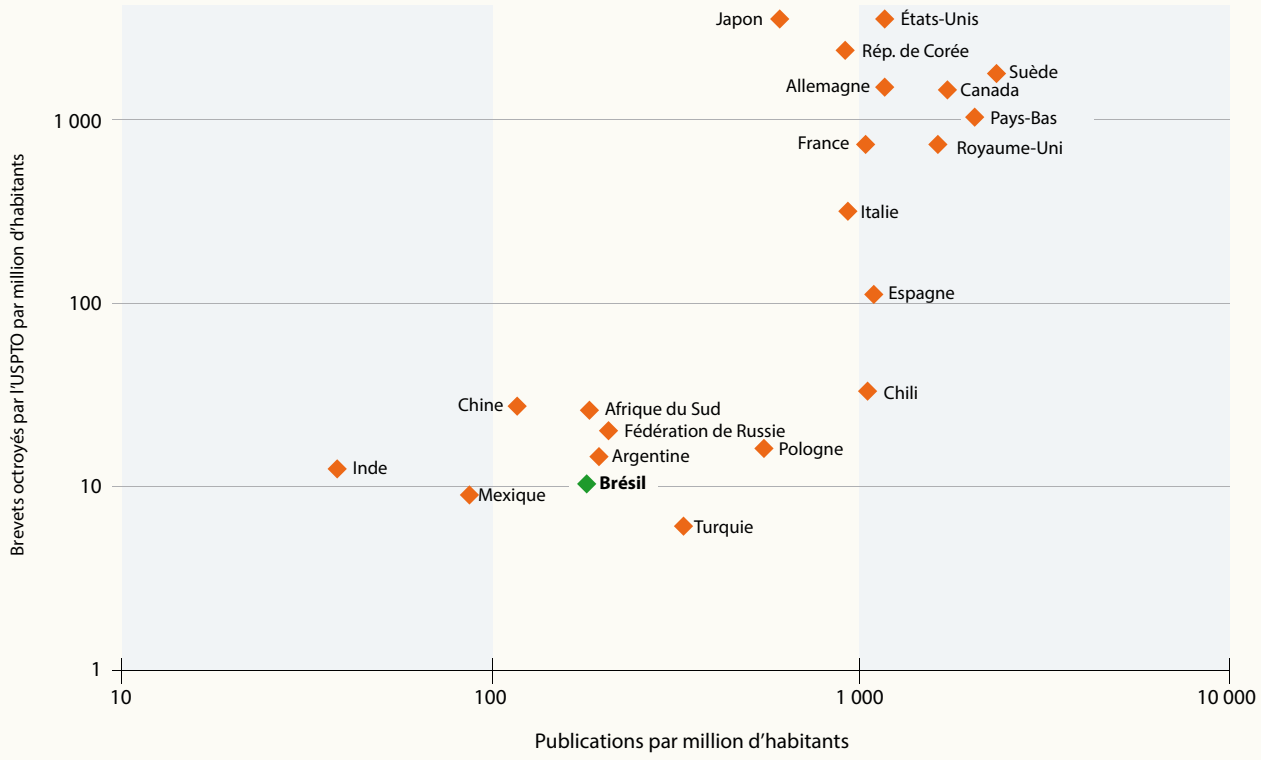
Tableau 8.1 : **Brevets d'invention délivrés par l'USPTO à des Brésiliens, 2004-2008 et 2009-2013**

	Nombre de brevets, 2004-2008	Nombre de brevets, 2009-2013	Croissance cumulée (%)	Pour 10 millions d'habitants, 2009-2013
Moyenne mondiale	**164 835**	**228 492**	**38,6**	**328**
Japon	34 048	45 810	34,5	3 592
États-Unis	86 360	110 683	28,2	3 553
Rép. de Corée	3 802	12 095	218,1	2 433
Suède	1 561	1 702	9,0	1 802
Allemagne	11 000	12 523	13,8	1 535
Canada	3 451	5 169	49,8	1 499
Pays-Bas	1 312	1 760	34,1	1 055
Royaume-Uni	3 701	4 556	23,1	725
France	3 829	4 718	23,2	722
Italie	1 696	1 930	13,8	319
Espagne	283	511	80,4	111
Chili	13	34	160,0	33
Chine	261	3 610	1 285,3	27
Afrique du Sud	111	127	14,2	25
Féd. de Russie	198	303	53,1	21
Pologne	15	60	313,7	16
Argentine	54	55	3,4	14
Inde	253	1 425	464,2	12
Brésil	**108**	**189**	**74,6**	**10**
Mexique	84	106	25,1	9
Turquie	14	42	200,0	6

Source : USPTO.

Figure 8.10 : **Intensité relative des publications par rapport aux brevets déposés au Brésil, 2009-2013**

Les données des autres pays sont indiquées à titre de comparaison; axes logarithmiques



Source : Pour les brevets, USPTO ; pour les publications, Thomson Reuters ; pour la population, Banque mondiale, Indicateurs du développement dans le monde.

TENDANCES RÉGIONALES

La STI toujours dominée par l'État de São Paulo

Le Brésil est un pays aux dimensions continentales, dont les 27 États présentent des niveaux de développement très variables. Les régions du sud et du sud-est affichent un niveau d'industrialisation et de développement scientifique très supérieur à celles du nord, dont certaines empiètent sur la forêt amazonienne et le bassin de l'Amazone. Le centre-ouest, moteur de la culture et de l'élevage du Brésil, a connu récemment un développement rapide.

L'État de São Paulo, dans le sud-est, constitue l'exemple le plus frappant de ce contraste. Abritant 22 % (44 millions) des 202 millions d'habitants du pays, cet État produit environ 32 % du PIB et une part comparable de la production industrielle nationale. Il dispose également d'un système très solide d'universités de recherche publiques, inexistant dans la plupart des autres États, et a créé la réputée Fondation d'appui à la recherche de l'État de São Paulo – FAPESP (encadré 8.6). L'État de São Paulo est à l'origine de 46 % des DIRD (dépenses publiques et privées confondues) et de 66 % de la R&D des entreprises.

Tous les indicateurs vont dans le même sens. Près de 41 % des doctorats brésiliens ont été délivrés dans des universités de cet État en 2012, et 44 % de tous les articles rédigés par des chercheurs brésiliens comptent au moins un auteur employé dans une institution de São Paulo. La productivité scientifique (390 articles par million d'habitants entre 2009 et 2013) y est deux fois plus importante que la moyenne nationale (184), un écart qui se creuse depuis quelques années. De même, l'impact relatif des publications émanant de scientifiques de l'État de São Paulo est systématiquement supérieur à celui du Brésil en général pour la décennie écoulée (figure 8.11).

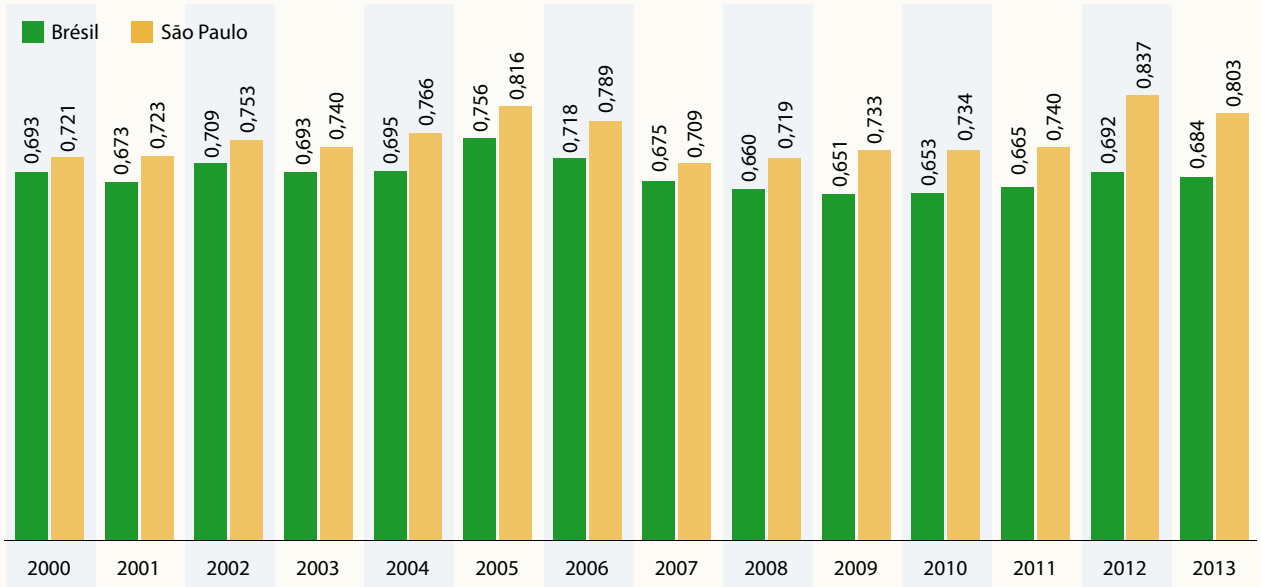
Deux facteurs principaux expliquent le succès de cet État en matière de production scientifique : d'une part, un système d'universités d'État disposant de fonds suffisants, dont font partie l'Université de São Paulo, l'Université de Campinas (Unicamp) et l'Université d'État de São Paulo (figure 8.12), qui apparaissent toutes les trois dans les classements internationaux des universités[10] ; et, d'autre part, le rôle joué par la FAPESP (encadré 8.6). Le système universitaire et la FAPESP reçoivent l'un et l'autre, au titre de leur budget annuel, une part fixe des taxes de vente prélevées par l'État, et ils jouissent d'une totale autonomie quant à l'usage de ces fonds.

De 2006 à 2014, la proportion de chercheurs brésiliens accueillis par des institutions du sud-est n'a cessé de diminuer, passant de 50 % à 44 %. Dans le même temps, la proportion des États du nord-est s'est hissée de 16 % à 20 %. Il est encore trop tôt pour observer les effets de cette évolution sur la production scientifique ou sur le nombre de doctorats délivrés, mais ces indicateurs devraient logiquement progresser à leur tour.

Nonobstant ces tendances positives, des inégalités régionales persistent en ce qui concerne les dépenses de R&D, le nombre d'institutions de recherche et la productivité scientifique. L'élargissement des projets de recherche à d'autres États et au-delà du Brésil aiderait certainement les scientifiques de ces régions à rattraper leurs voisins méridionaux.

10. Au palmarès universitaire 2015 pour les BRICS et les économies émergentes publié par Times Higher Education, l'Université de São Paulo se classe 10e, Unicamp 27e et l'Universidade Estadual Paulista (Unesp) 97e. Une seule autre université brésilienne figure parmi les 100 premières : l'Université fédérale de Rio de Janeiro (UFRJ, 67e). Au classement QS University Rankings 2015 pour l'Amérique latine, l'Université de São Paulo arrive 1re, Unicamp 2e, l'UFRJ 5e et l'Unesp 8e.

Figure 8.11 : **Impact relatif des publications scientifiques de São Paulo et du Brésil, 2000-2013**



Source : InCites/Thomson Reuters, octobre 2014.

Figure 8.12 : **Parts relatives des États du Brésil en matière d'investissement dans la science et la technologie**

69,50 BRL

Moyenne nationale de dépense en science et technologie par habitant



L'État de São Paulo concentre la majorité des dépenses en science et technologie par habitant

183,80 BRL

Dépenses en science et technologie par habitant à São Paulo

- Dépenses supérieures aux dépenses nationales moyennes de S&T
- 50 à 100 % des dépenses nationales moyennes de S&T
- 25 à 50 % des dépenses nationales moyennes de S&T
- Moins de 25 % des dépenses nationales moyennes de S&T

Dix des universités de recherche du Brésil se trouvent à Rio de Janeiro et à São Paulo

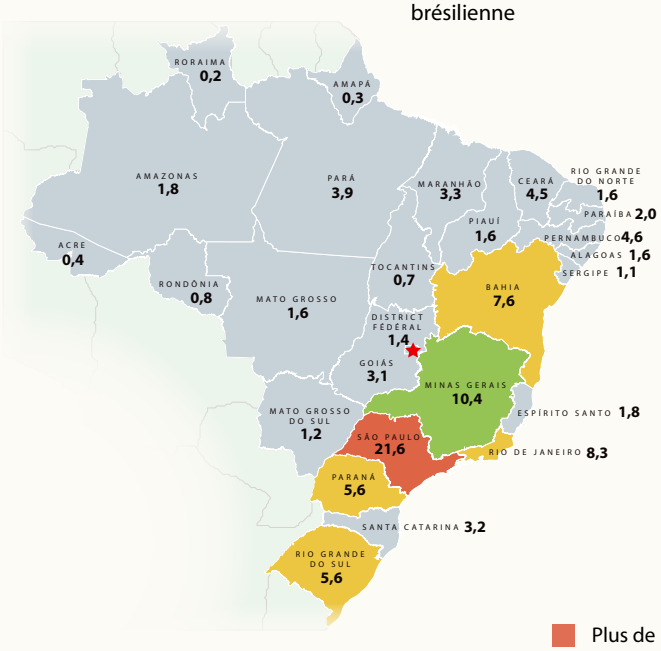
Universités de recherche du Brésil

Région/unité fédérative	Universités de recherche	Région/unité fédérative	Universités de recherche
Ceará	Université fédérale du Ceará	**São Paulo**	Université de São Paulo
Pernambuco	Université fédérale de Pernambuco		Université de Campinas (Unicamp)
Minas Gerais	Université fédérale du Minas Gerais		Université d'État de São Paulo
Rio de Janeiro	Université fédérale de Rio de Janeiro		Université fédérale de São Paulo
	Fondation Oswaldo Cruz		Université fédérale de São Carlos
	Université pontificale catholique	**Rio Grande do Sul**	Université fédérale du Rio Grande do Sul
	Université de Rio de Janeiro		Université pontificale du Rio Grande do Sul
	Université d'État de Rio de Janeiro	**Santa Catarina**	Université fédérale de Santa Catarina
Paraná	Université fédérale du Paraná	**District fédéral**	Université de Brasilia

Six États regroupent 59 % de la population

22 %

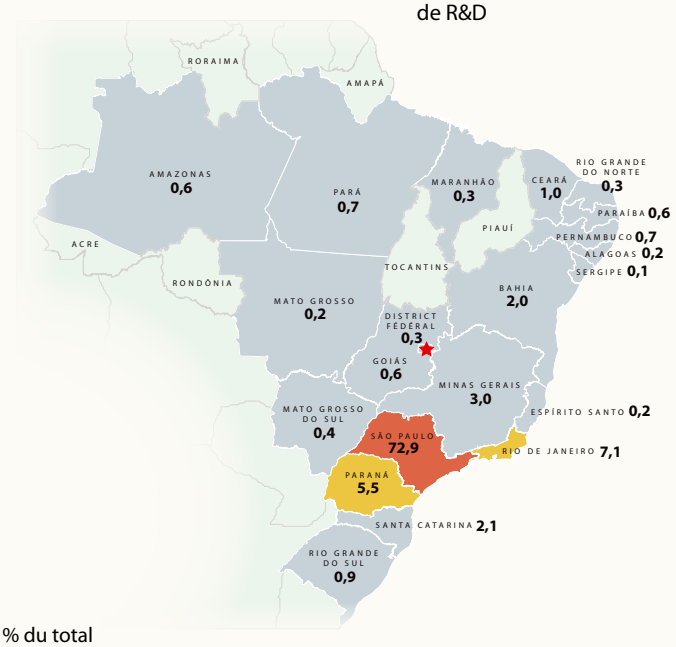
Part de l'État de São Paulo dans la population brésilienne



L'État de São Paulo concentre les trois quarts des dépenses publiques de R&D

73 %

Part de l'État de São Paulo dans les dépenses publiques de R&D

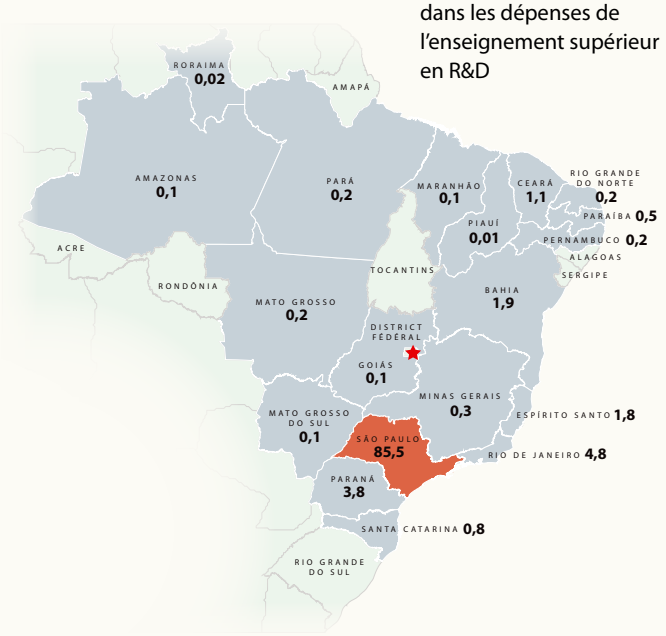


- Plus de 15 % du total
- 10 à 14,9 % du total
- 5 à 9,9 % du total
- Moins de 5 % du total
- Données non disponibles
- 1 Nombre d'universités de recherche

São Paulo domine les dépenses de l'enseignement supérieur en matière de R&D

86 %

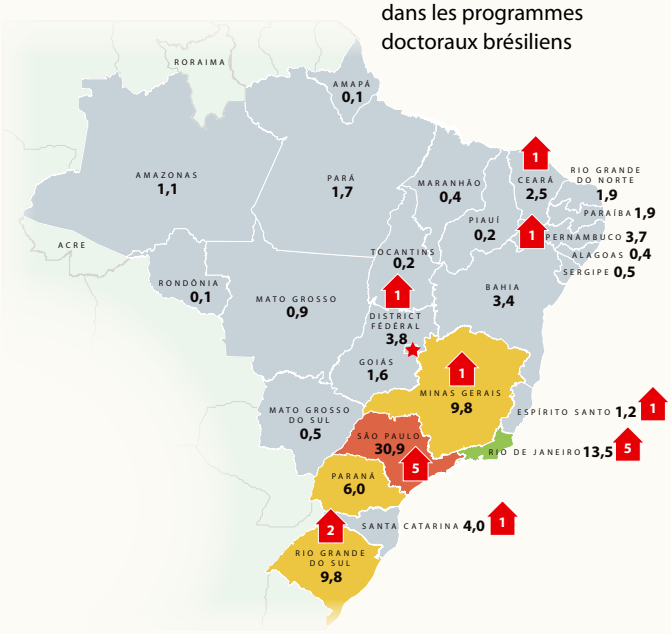
Part de l'État de São Paulo dans les dépenses de l'enseignement supérieur en R&D



Cinq États concentrent plus de la moitié des programmes doctoraux brésiliens

31 %

Part de l'État de São Paulo dans les programmes doctoraux brésiliens



Source : Institut brésilien de géographie et de statistiques (IBGE).

Encadré 8.6 : **La FAPESP : un modèle de financement durable**

La Fondation d'appui à la recherche de l'État de São Paulo (FAPESP) est la fondation publique de recherche de l'État de São Paulo. Elle reçoit des financements durables sous la forme d'une part annuelle, fixée à 1 %, des taxes sur les ventes, en vertu d'une disposition de la Constitution de l'État. Cette dernière dispose par ailleurs que les dépenses administratives ne doivent pas représenter plus de 5 % du budget de la Fondation, ce qui limite tout abus. La FAPESP bénéficie ainsi de financements stables et d'une autonomie opérationnelle.

La Fondation repose sur un système d'examen collégial, par le biais de comités composés de chercheurs actifs et organisés par thématique de recherche. Outre le financement de recherches dans tous les domaines scientifiques, la FAPESP soutient quatre grands programmes de recherche consacrés à la biodiversité, à la bioénergie, au changement climatique mondial et aux neurosciences.

En 2013, les dépenses de la FAPESP se sont élevées à 1,085 milliard de réaux (environ 330 millions de dollars É.-U.). La Fondation a conclu des accords de coopération nationaux et internationaux avec des organismes de financement de la recherche, des universités, des instituts de recherche et des entreprises. Elle compte parmi ses partenaires internationaux le Centre national de la recherche scientifique (CNRS) en France, la Fondation allemande pour la recherche en Allemagne et la Fondation nationale pour la science aux États-Unis.

La FAPESP propose également un large éventail de programmes d'aide aux scientifiques étrangers qui désirent travailler à São Paulo : bourses postdoctorales, prix des jeunes chercheurs, subventions destinées aux chercheurs invités, etc.

Source : Compilation des auteurs.

CONCLUSION

Innover pour conserver sa compétitivité à l'échelle internationale

Au cours des dernières décennies, le Brésil a profité de la reconnaissance internationale de son succès en matière de réduction de la pauvreté et des inégalités grâce à des politiques sociales actives. Depuis que la croissance économique a commencé à s'essouffler en 2011, cependant, les progrès de l'inclusion sociale ont également ralenti. La majorité de la population active occupant un emploi à l'heure actuelle (le chômage est descendu à 5,9 % en 2013), le seul moyen de relancer la croissance consistera à améliorer la productivité. Pour cela, deux ingrédients sont essentiels : la STI et l'éducation de la main-d'œuvre.

Le volume des publications brésiliennes a considérablement augmenté ces dernières années. Plusieurs chercheurs ont également été distingués pour la qualité de leurs travaux. C'est le cas notamment d'Ártur Avila, qui est devenu le tout premier mathématicien latino-américain à recevoir la prestigieuse médaille Fields en 2014.

Néanmoins, les progrès de l'impact général des sciences brésiliennes demeurent globalement limités. Les citations de publications brésiliennes sont encore très en deçà de la moyenne du G20. Cela peut être dû, dans une certaine mesure, au fait que beaucoup d'articles sont encore publiés en portugais dans des revues brésiliennes au tirage limité, échappant de ce fait aux radars internationaux. Dans ce cas, ce manque de visibilité est le prix provisoire à payer pour l'envolée des inscriptions universitaires de ces dernières années. Il n'en demeure pas moins que d'autres économies émergentes, comme l'Inde, la République de Corée ou la Turquie, obtiennent de bien meilleurs résultats depuis environ cinq ans. Des efforts concertés d'extension et d'intensification des collaborations internationales seront nécessaires pour améliorer la qualité et la visibilité des sciences brésiliennes.

L'éducation est désormais au cœur des débats politiques nationaux. Le nouveau Ministre de l'éducation promet de réformer le système éducatif secondaire, qui représente l'une des principales entraves à l'amélioration du niveau d'études de la population active, ainsi que l'ont clairement illustré les résultats PISA. La nouvelle loi sur l'éducation propose des objectifs très ambitieux pour 2024, notamment ceux d'élargir encore l'accès à l'enseignement supérieur et d'améliorer la qualité de l'éducation de base.

Un autre obstacle réside dans le faible nombre de brevets délivrés par l'USPTO à des candidats brésiliens. Cette tendance montre que les entreprises brésiliennes ne sont pas encore prêtes à rivaliser à l'échelle internationale en matière d'innovation. La dépense privée de R&D reste relativement faible comparée à d'autres économies émergentes. Ce qui est plus inquiétant, c'est qu'il n'y a eu pratiquement aucune évolution dans ce domaine depuis la croissance modeste enregistrée lors de l'essor des matières premières entre 2004 et 2010. De manière générale, l'investissement recule, de même que la part de la production industrielle dans le PIB et la participation du Brésil au commerce extérieur, en particulier en ce qui concerne les exportations de biens manufacturés. Tous ces indicateurs d'une économie innovante sont dans le rouge.

Le nouveau Ministre des finances semble conscient des multiples problèmes et déformations qui ont handicapé l'économie brésilienne ces dernières années, notamment un protectionnisme mal avisé et un favoritisme privilégiant certains grands groupes économiques[11]. Il a donc proposé une série de mesures pour reprendre le contrôle du budget en vue de préparer le terrain pour un nouveau cycle de croissance. Cela dit, l'industrie brésilienne est en si piteux état qu'il faudrait revoir la totalité de l'approche du pays en matière de politiques industrielles et commerciales. Le secteur industriel national doit être exposé à la concurrence internationale et incité à considérer l'innovation technologique comme une part essentielle de sa mission.

11. L'enquête sur le scandale qui a récemment éclaboussé le géant pétrolier Petrobrás a révélé la grande quantité de subventions que certaines entreprises de construction avaient reçues par le biais de la Banque nationale de développement économique et social (BNDES) pour des projets internationaux exécutés en l'absence quasi totale de contrôle des autorités réglementaires brésiliennes.

OBJECTIFS PRINCIPAUX DU BRÉSIL

- Obtenir d'ici 2024, chez les élèves brésiliens de 15 ans, un score en mathématiques de 473 au Programme international pour le suivi des acquis des élèves de l'OCDE (PISA) ;
- Élever le niveau d'investissement en capital fixe, d'ici 2014, à 22,4 % du PIB (contre 19,5 % en 2010) ;
- Élever les investissements des entreprises dans la R&D, d'ici 2014, à 0,90 % du PIB (contre 0,57 % en 2010) ;
- Élever la part de la population active ayant achevé ses études secondaires à 65 % (contre 54 % auparavant) ;
- Élever d'ici 2014 la part des entreprises à forte concentration de savoirs à 31,5 % au total (contre 30,1 % auparavant) ;
- Porter le nombre de PME innovantes à 58 000 d'ici 2014 (contre 37 000 auparavant) ;
- Diversifier les exportations et atteindre, d'ici 2014, une part du Brésil dans les échanges mondiaux de 1,60 % (contre 1,36 % auparavant) ;
- Étendre l'accès à l'Internet large bande fixe à 40 millions de foyers en 2014 (contre 14 millions auparavant).

RÉFÉRENCES

Aghion, P. et Howitt, P. (1998) *Endogenous Growth Theory*. Massachusetts Institute of Technology Press : Boston (États-Unis).

Balbachevsky, E. et Schwartzman, S. (2010) The graduate foundations of Brazilian research. *Higher Education Forum,* 7 : p. 85-100. Institut de recherche sur l'enseignement supérieur, Université de Hiroshima. Hiroshima University Press : Hiroshima.

Brito Cruz, C. H. et Pedrosa, R. H. L. (2013) Past and present trends in the Brazilian research university. In : Amrhein, C. G. et Baron, B. (dir.) *Building Success in a Global University*. Lemmens Medien : Bonn et Berlin.

CEPALC (2014a) *Social Panorama of Latin America 2013, 2014*. Commission économique des Nations Unies pour l'Amérique latine et les Caraïbes : Santiago (Chili).

CEPALC (2014b) *Pactos para la igualdad: Hacia un futuro sostenible*. Commission économique des Nations Unies pour l'Amérique latine et les Caraïbes, 35e session, Lima.

FAPESP (2015) *Boletim de Indicadores em Ciência e Tecnologia, n° 5*. Fondation d'appui à la recherche de l'État de São Paulo.

Hanushek, E. A. et Woessmann, L. (2012) Schooling, educational achievement and the Latin American growth puzzle. *Journal of Development Economics,* 99 : p. 497-512.

Heston, A., Summers, R. et Aten, B. (2012) *Penn World Table Version 7.1*. Centre des comparaisons internationales de la production, du revenu et des prix. Université de Pennsylvanie (États-Unis). Juillet. Voir https://pwt.sas.upenn.edu.

IBGE (2013) *Pesquisa de Inovação (PINTEC) 2011*. Institut brésilien de géographie et de statistiques : Rio de Janeiro. Voir www.pintec.ibge.gov.br.

MSTI (2007) *Plano de Ação 2007-2010, Ciência, Tecnologia e Inovação para o Desenvolvimento Nacional* [*Plan d'action 2007-2010 : Science, technologie et innovation pour le développement national*]. Ministère de la science, de la technologie et de l'innovation. Voir www.mct.gov.br/upd_blob/0203/203406.pdf.

OCDE (2014) *Objectif croissance*. Note par pays sur le Brésil. Organisation de coopération et de développement économiques : Paris.

Pedrosa, R. H. L. et Queiroz, S. R. R. (2013) *Brazil: Democracy and the 'Innovation Dividend'*. Centre pour le développement et la création d'entreprises : Afrique du Sud ; Institut Legatum : Londres.

Pedrosa, R. H. L., Amaral, E. et Knobel, M. (2013) Assessing higher education learning outcomes in Brazil. *Politiques et gestion de l'enseignement supérieur*, 11(24) : p. 55-71. Organisation de coopération et de développement économiques : Paris.

PISA (2012) *Programme international pour le suivi des acquis des élèves, Résultats*. Organisation de coopération et de développement économiques : Paris. Voir www.oecd.org/pisa/keyfindings/PISA-2012-results-brazil.pdf.

Renato Hyuda de Luna Pedrosa, né en 1956 au Brésil, est maître de conférences au Département de politiques scientifiques et technologiques de l'Université de Campinas au Brésil. Il est titulaire d'un doctorat en mathématiques délivré par l'Université de Californie à Berkeley (États-Unis).

Hernan Chaimovich, né en 1939 au Chili, est biochimiste et conseiller spécial auprès de la direction scientifique de la Fondation d'appui à la recherche dans l'État de São Paulo (FAPESP). Il publie régulièrement des articles scientifiques relatifs à l'enseignement supérieur et aux politiques scientifiques et technologiques dans des revues, des magazines et des journaux.

REMERCIEMENTS

Les auteurs tiennent à remercier Joana Santa-Cruz de l'équipe en charge des indicateurs STI au sein de la Fondation d'appui à la recherche dans l'État de São Paulo (FAPESP) pour sa contribution à la collecte et à l'organisation des données exploitées dans le présent chapitre.



Afin de faire face à la crise et de promouvoir une croissance durable, intelligente et inclusive, l'Union européenne a adopté un programme volontariste baptisé Europe 2020.

Hugo Hollanders et **Minna Kanerva**

En 2004, les professeurs André Geim et Kostya Novoselov, de l'Université de Manchester au Royaume-Uni, ont isolé le graphène, un matériau aux applications potentielles innombrables. Ultraléger, il est 200 fois plus résistant que l'acier mais extrêmement malléable. Il peut emmagasiner la chaleur tout en étant ininflammable. Il peut également servir de protection impénétrable, puisqu'il est même imperméable à l'hélium. Cette découverte a valu aux professeurs Geim et Novoselov de recevoir le prix Nobel de physique en 2010.

Photo : © Bonninstudio/Shutterstock.com

9. Union européenne

Allemagne, Autriche, Belgique, Bulgarie, Chypre, Croatie, Danemark, Espagne, Estonie, Finlande, France, Grèce, Hongrie, Irlande, Italie, Lettonie, Lituanie, Luxembourg, Malte, Pays-Bas, Pologne, Portugal, République tchèque, Roumanie, Royaume-Uni, Slovaquie, Slovénie, Suède

Hugo Hollanders et Minna Kanerva

INTRODUCTION

Une région en situation de crise prolongée

Avec l'adhésion de la Croatie en 2013, l'Union européenne (UE) est passée à 28 pays et compte désormais une population cumulée de 507,2 millions de personnes, soit 7,1 % de la population mondiale (tableau 9.1). L'UE devrait encore s'élargir : l'Albanie, l'ex-République yougoslave de Macédoine, le Monténégro, la Serbie et la Turquie ont le statut de candidats officiels et intègrent actuellement les lois de l'UE dans leur système juridique national, tandis que la Bosnie-Herzégovine et le Kosovo ont le statut de candidats potentiels[1].

1. La référence au Kosovo s'entend comme entrant dans le cadre de la résolution 1244 (1999) du Conseil de sécurité des Nations Unies.

Entre 2004 et 2013, les 10 pays ayant rejoint[2] l'UE en 2004 ont vu leur PIB augmenter de près de 47 %, contre environ 20 % pour les « anciens » pays de l'Europe des Quinze.

Les premiers signes de la stagnation économique qui pèse sur l'Union européenne depuis 2008 étaient déjà perceptibles

2. L'Union européenne a été fondée en 1957 par six pays : l'Allemagne, la Belgique, la France, l'Italie, le Luxembourg et les Pays-Bas. Le Danemark, l'Irlande et le Royaume-Uni les ont rejoints en 1973, l'Espagne, la Grèce et le Portugal en 1981, et l'Autriche, la Finlande et la Suède en 1995. Ces 15 pays constituent ce que l'on appelle l'Europe des Quinze. En 2004, dix pays supplémentaires sont venus grossir les rangs de l'Union européenne : Chypre, l'Estonie, la Hongrie, la Lettonie, la Lituanie, Malte, la Pologne, la République tchèque, la Slovaquie et la Slovénie. Ils ont été suivis par la Bulgarie et la Roumanie en 2007 et par la Croatie en 2013.

Tableau 9.1 : **Population, PIB et taux de chômage dans l'UE, 2013**

	Population 2013 (en millions)	Taux de croissance du PIB sur cinq ans (en euros PPA, %)	PIB par habitant 2013 (en euros PPA)	Taux de chômage 2013 (%)	Évolution du taux de chômage sur cinq ans (%)	Taux de chômage chez les moins de 25 ans en 2013 (%)	Évolution du taux de chômage des moins de 25 ans sur cinq ans (%)
UE28	507,2	4,2	26 600	10,8	3,8	23,6	7,8
Allemagne	82,0	9,5	32 800	5,2	-2,2	7,8	-2,6
Autriche	8,5	8,3	34 300	4,9	1,1	9,2	1,2
Belgique	11,2	10,4	31 400	8,4	1,4	23,7	5,7
Bulgarie	7,3	4,9	12 300	13,0	7,4	28,4	16,5
Chypre	0,9	-1,5	24 300	15,9	12,2	38,9	29,9
Croatie	4,3	-5,2	15 800	17,3	8,7	50,0	26,3
Danemark	5,6	4,9	32 800	7,0	3,6	13,0	5,0
Espagne	46,7	-4,7	24 700	26,1	14,8	55,5	31,0
Estonie	1,3	7,9	19 200	8,6	3,1	18,7	6,7
Finlande	5,4	-1,3	30 000	8,2	1,8	19,9	3,4
France	65,6	6,4	28 600	10,3	2,9	24,8	5,8
Grèce	11,1	-21,0	19 300	27,5	19,7	58,3	36,4
Hongrie	9,9	7,4	17 600	10,2	2,4	26,6	7,1
Irlande	4,6	3,9	34 700	13,1	6,7	26,8	13,5
Italie	59,7	-1,0	26 800	12,2	5,5	40,0	18,7
Lettonie	2,0	2,4	17 100	11,9	4,2	23,2	9,6
Lituanie	3,0	9,8	19 200	11,8	6,0	21,9	8,6
Luxembourg	0,5	14,1	68 700	5,9	1,0	16,9	-0,4
Malte	0,4	16,3	23 600	6,4	0,4	13,0	1,3
Pays-Bas	16,8	-0,8	34 800	6,7	3,6	11,0	4,7
Pologne	38,5	27,4	17 800	10,3	3,2	27,3	10,1
Portugal	10,5	-2,3	20 000	16,4	7,7	38,1	16,6
Rép. tchèque	10,5	3,4	21 600	7,0	2,6	18,9	9,0
Roumanie	20,0	10,4	14 100	7,1	1,5	23,7	6,1
Royaume-Uni	63,9	1,6	29 000	7,6	2,0	20,7	5,7
Slovaquie	5,4	8,5	20 000	14,2	4,6	33,7	14,4
Slovénie	2,1	-3,9	21 800	10,1	5,7	21,6	11,2
Suède	9,6	7,9	34 000	8,0	1,8	23,6	3,4

Source : Eurostat.

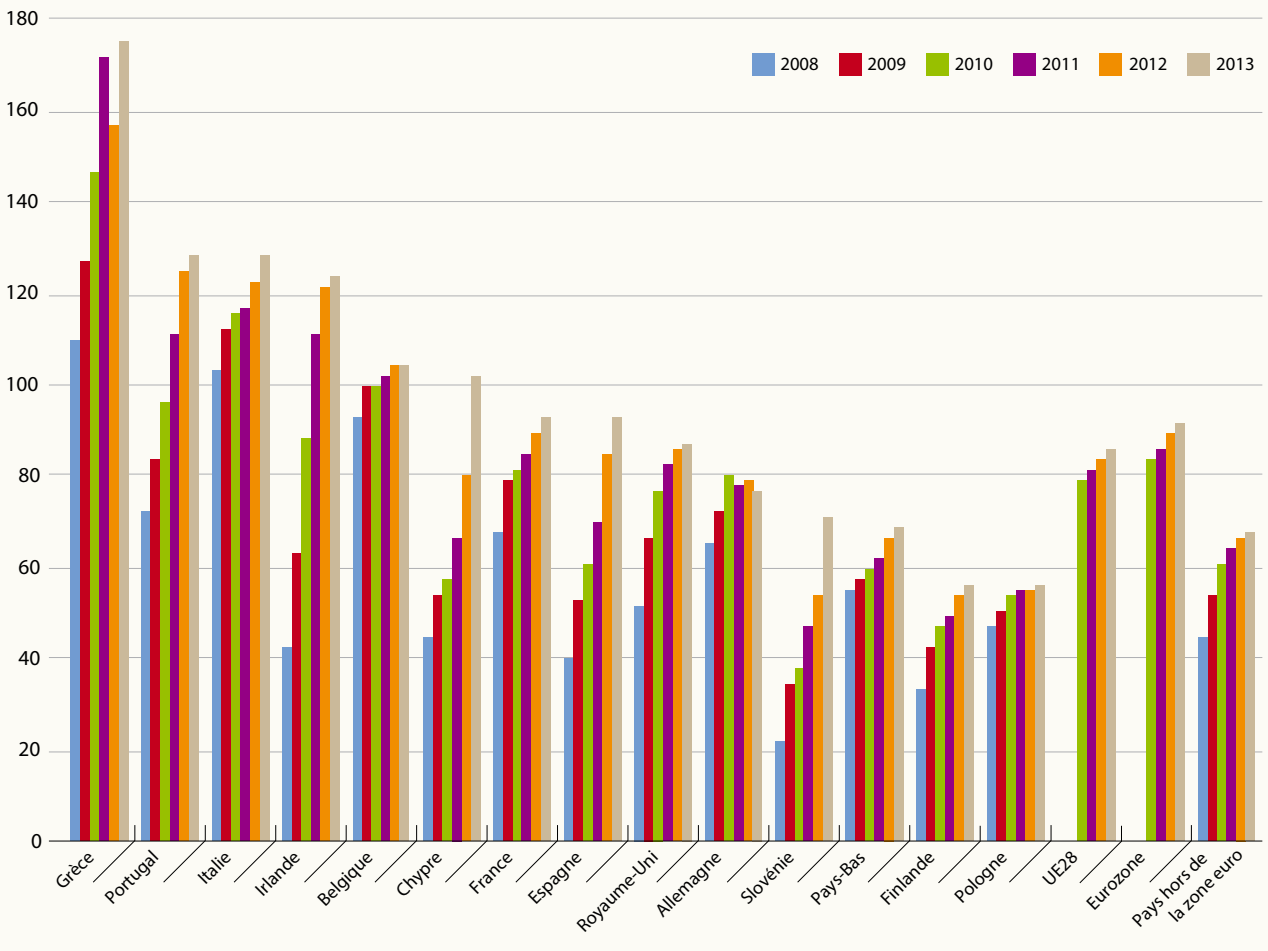
dans le *Rapport de l'UNESCO sur la science 2010*. Entre 2008 et 2013, la croissance réelle dans l'UE n'a été que de 4,2 %. Au cours de cette période, le PIB réel a même diminué légèrement à Chypre, en Croatie, en Espagne, en Finlande, en Italie, aux Pays-Bas, au Portugal, en Slovénie, et de façon bien plus marquée en Grèce. La Belgique, le Luxembourg, Malte, la Pologne et la Roumanie ont en revanche enregistré une croissance réelle d'au moins 10 %. En 2013, le PIB moyen par habitant s'élevait à 26 600 euros pour l'ensemble de l'Europe des Vingt-Huit. Ce chiffre masque cependant d'importants écarts, avec un PIB par habitant inférieur à 16 000 euros dans les trois États membres les plus récents (Bulgarie, Croatie et Roumanie), proche de 35 000 euros en Autriche, en Irlande, aux Pays-Bas et en Suède, et pouvant aller jusqu'à 68 700 euros au Luxembourg.

Si la hausse du taux de chômage moyen dans l'UE est préoccupante, les disparités importantes entre les différents États membres le sont encore plus. En 2013, 11 % de la population européenne active était au chômage, soit une augmentation de près de quatre points par rapport à 2008.

Le taux de chômage était encore plus élevé chez les jeunes : près de 24 % en 2013, soit quasiment huit points de plus qu'en 2008. L'Espagne et la Grèce ont été les plus touchées, avec un actif sur quatre en recherche d'emploi. L'Allemagne, l'Autriche et le Luxembourg, en revanche, ont enregistré des taux de chômage inférieurs à 6 %. L'Allemagne est également le seul pays où la situation s'est améliorée pendant cette période : le taux de chômage est en effet passé de 7,4 % en 2008 à 5,2 % en 2013. Une tendance similaire peut être observée concernant le taux de chômage des jeunes, égal ou supérieur à 50 % en Croatie, en Espagne et en Grèce, mais inférieur à 10 % en Allemagne et en Autriche. Seuls l'Allemagne et le Luxembourg ont connu une amélioration de leur situation depuis 2008.

De nombreux États membres ont vu leur dette publique monter en flèche entre 2008 et 2013 (figure 9.1). Chypre, la Grèce, l'Irlande et le Portugal ont été les plus touchés. C'est en Bulgarie, en Hongrie, au Luxembourg, en Pologne et en Suède que la dette publique a le moins progressé. Aucun de ces pays (à l'exception notable du Luxembourg) n'avait adopté l'euro comme monnaie nationale. Dans la plupart des cas, la hausse de la dette publique

Figure 9.1 : **Ratio dette publique/PIB pour une sélection de pays de l'UE, 2008-2013 (%)**



Source : Eurostat, avril 2015 ; pour les pays hors zone euro : agrégation des ratios dette publique/PIB d'après calculs des auteurs.

résultait du renflouement des banques[3] par les gouvernements. De nombreux États ont mis en place des programmes d'austérité afin de réduire leur déficit budgétaire, mais ces coupes n'ont fait qu'augmenter les niveaux de dette publique par rapport au PIB, et donc retardé le retour à la croissance. Depuis 2008, la plupart des États membres ont par conséquent essuyé une ou plusieurs périodes de récession (diminution du PIB par rapport à la période précédente pendant au moins deux trimestres consécutifs). Entre 2008 et 2014, Chypre, la Croatie, l'Espagne, la Grèce, l'Italie et le Portugal ont été en récession pendant plus de 40 mois. Seules la Bulgarie, la Pologne et la Slovaquie ont été totalement épargnées par la récession (figure 9.2).

Une grave crise de la dette dans la zone euro

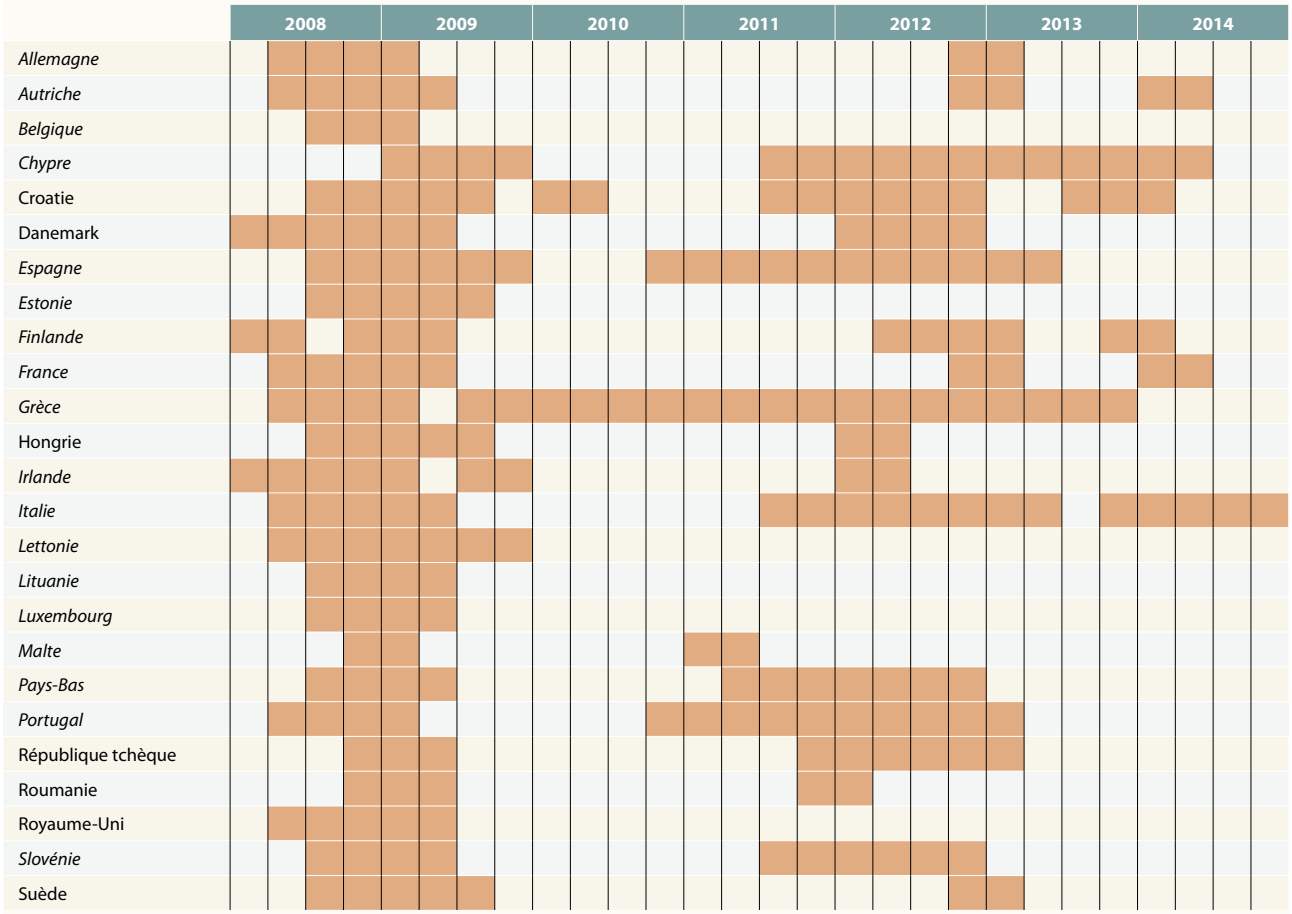
Dix-neuf États membres[4] ont adopté l'euro en tant que monnaie unique. En 2013, les pays de la zone euro représentaient deux tiers de la population de l'Europe des Vingt-Huit et plus de 73,5 % de son PIB. Le PIB moyen par habitant était plus élevé dans la zone euro que dans l'ensemble de l'Europe des Vingt-Huit. La zone euro présente en revanche un ratio dette publique/PIB nettement supérieur à celui des pays hors zone euro, bien que ces ratios aient augmenté à peu près dans les mêmes proportions, à l'exception notable de Chypre, de l'Espagne, de la Grèce, de l'Irlande et du Portugal où il est monté en flèche.

La Grèce a été particulièrement touchée par la crise économique. Entre 2008 et 2013, le pays a été en récession pendant 66 mois sur 72. Alors que la plupart des États membres avaient retrouvé en 2013 au moins 95 % de leur poids économique de 2008, la Grèce, de son côté, n'atteignait même pas 80 %. Le pays a vu passer son taux de chômage de 7,8 % en 2008 à 27,5 % en 2013, et son ratio dette publique/PIB de 109 à 175. L'inquiétude des marchés financiers quant à la capacité de la Grèce à rembourser sa dette à la Banque centrale européenne et au Fonds monétaire international a eu une influence néfaste sur le taux de change de l'euro et sur les taux d'intérêt demandés non seulement à la Grèce mais également à d'autres pays de la zone euro,

3. L'Espagne est parvenue à sortir du plan de sauvetage en 2014.

4. Le 1er janvier 2002, l'euro a remplacé les devises nationales en Allemagne, en Autriche, en Belgique, en Espagne, en Finlande, en France, en Grèce, en Irlande, en Italie, au Luxembourg, aux Pays-Bas et au Portugal. L'euro a ensuite été adopté par la Slovénie (2007), Chypre et Malte (2008), la Slovaquie (2009), l'Estonie (2011), la Lettonie (2014) et la Lituanie (2015).

Figure 9.2 : **Périodes de récession dans l'Union européenne, 2008-2014**



Remarque : Pour la Croatie, les données ne sont disponibles que jusqu'au premier trimestre 2014. La Bulgarie, la Pologne et la Slovaquie ne figurent pas dans ce tableau car elles n'ont connu aucune période de récession. La Slovaquie fait partie de la zone euro. Les 18 autres membres de la zone euro apparaissent en italique.

Source : OCDE et Eurostat.

notamment l'Espagne, l'Italie et le Portugal. Malgré la négociation d'un troisième plan de sauvetage en juillet 2015, il existe toujours un véritable risque de voir la Grèce sortir de la zone euro (« Grexit »).

EN QUÊTE D'UNE STRATÉGIE EFFICACE DE CROISSANCE

Europe 2020 : une stratégie pour une croissance intelligente

Sous la présidence de José Manuel Barroso (qui a dirigé la Commission européenne[5] de novembre 2004 à octobre 2014), l'Union européenne a adopté en juin 2010 une stratégie de croissance intelligente, durable et inclusive sur dix ans afin de sortir plus forte de la crise économique et financière (Commission européenne, 2010). Cette stratégie, baptisée *Europe 2020*[6], note que « la crise a annulé des années de progrès économique et social et révélé les faiblesses structurelles de l'économie européenne », créant un écart de productivité. Parmi ces faiblesses structurelles figurent les faibles niveaux d'investissement dans la recherche et développement (R&D), les différences de structures d'entreprise, les entraves à l'accès au marché et l'utilisation insuffisante des technologies de l'information et de la communication (TIC). La stratégie porte sur les défis à court terme induits par la crise économique et présente les réformes structurelles nécessaires pour moderniser l'économie européenne alors que la région est confrontée au vieillissement de sa population. Elle propose cinq grands objectifs qui devront être atteints d'ici 2020 par l'ensemble de l'Union européenne dans les domaines de l'emploi, de l'innovation, du climat et de l'énergie, de l'éducation et de l'inclusion sociale :

- Le taux d'emploi de la population âgée de 20 à 64 ans devra être d'au moins 75 % ;
- En moyenne, 3 % du PIB devra être investi dans la R&D ;
- Les émissions de gaz à effet de serre devront être réduites d'au moins 20 % par rapport aux niveaux de 1990[7] ; l'énergie devra provenir à 20 % de sources renouvelables et l'efficacité énergétique devra augmenter de 20 % (« objectif 20/20/20 ») ;
- Le taux de déscolarisation devra être ramené à moins de 10 % et au moins 40 % de la population âgée de 30 à 34 ans devra avoir achevé un cursus universitaire ;
- Le nombre de personnes menacées par la pauvreté ou l'exclusion sociale devra être réduit d'au moins 20 millions.

L'Union européenne a lancé sept initiatives phares pour favoriser la réalisation des objectifs d'*Europe 2020* et encourager une croissance intelligente, durable et inclusive :

Croissance intelligente

- « *Une stratégie numérique pour l'Europe* » vise à mieux exploiter le potentiel des TIC en favorisant un marché unique du numérique ;
- « *Une Union pour l'innovation* » vise à créer un environnement favorable à l'innovation afin que les idées innovantes puissent être plus facilement transformées en produits et services créateurs de croissance et d'emplois ;
- « *Jeunesse en mouvement* » vise à améliorer l'éducation et l'employabilité des jeunes, à réduire le chômage élevé des jeunes en veillant à ce que l'enseignement et la formation soient mieux adaptés à leurs besoins, en les encourageant davantage à profiter des subventions de l'Union européenne pour étudier ou se former à l'étranger et en incitant les États membres à simplifier l'entrée des jeunes sur le marché du travail.

Croissance durable

- « *Une Europe efficace dans l'utilisation des ressources* » propose un cadre à long terme pour que les programmes politiques concernant le changement climatique, l'énergie, les transports, l'industrie, les matières premières, l'agriculture, la pêche, la biodiversité et le développement régional favorisent le passage à une économie efficace dans l'utilisation des ressources et sobre en carbone en vue d'une croissance durable ;
- « *Une politique industrielle à l'ère de la mondialisation* » vise à stimuler la croissance et l'emploi en maintenant et en soutenant le développement d'une base industrielle forte, diversifiée et compétitive qui créera des emplois bien rémunérés tout en faisant un meilleur usage des ressources.

Croissance inclusive

- « *Une stratégie pour les nouvelles compétences et les nouveaux emplois* » ambitionne de faire passer le taux d'emploi de la population en âge de travailler à 75 % d'ici 2020, grâce à des réformes visant à améliorer la souplesse et la sécurité du marché du travail en permettant à la population d'acquérir les compétences nécessaires aux emplois d'aujourd'hui et de demain et en améliorant la qualité des emplois, les conditions de travail et le contexte de la création d'emplois ;
- « *Une plateforme européenne contre la pauvreté* » doit contribuer à atteindre l'objectif de faire sortir 20 millions de personnes de la pauvreté et de l'exclusion sociale d'ici 2020.

Le plan d'investissement ambitieux de Juncker

Peu après avoir succédé à la commission Barroso en octobre 2014, la commission Juncker (en référence à Jean-Claude Juncker, nouveau président de la Commission européenne) a proposé une stratégie en trois volets afin de redresser le ratio investissement/PIB, en déclin depuis 2008, y compris dans les États membres non touchés par la crise bancaire et la crise de la dette. Le *Plan d'investissement pour l'Europe*, dit « Plan Juncker », s'appuie sur :

5. La Commission européenne, dont le siège se situe à Bruxelles (Belgique), est l'organe exécutif de l'Union européenne. Elle est chargée de proposer les lois européennes et de veiller à leur application, de définir des objectifs et des priorités d'action, de gérer et mettre en œuvre les politiques et le budget de l'Union européenne et de représenter l'UE à l'extérieur de l'Europe. Elle se compose d'un commissaire par État membre, soit 28 commissaires nommés tous les cinq ans.

6. Les Balkans occidentaux se sont inspirés d'*Europe 2020* pour élaborer leur propre stratégie à l'horizon 2020. Voir chapitre 10.

7. L'objectif pour 2020 serait même une réduction de 30 % si les conditions à l'échelle mondiale sont favorables. Cependant, l'Union européenne a récemment adopté un objectif encore plus ambitieux, à savoir une réduction de 40 % de ses émissions d'ici 2030 (voir le site http://ec.europa.eu/clima/policies/2030/index_en.htm).

- La création d'un Fonds européen pour les investissements stratégiques afin de soutenir les entreprises de moins de 3 000 salariés ;
- La mise en place d'un portail européen des projets d'investissement et d'une plateforme européenne de conseil en investissement à l'échelle de l'UE afin de fournir une assistance technique aux projets d'investissement ;
- Des réformes structurelles visant à créer un environnement propice à l'investissement pour les entreprises.

Le Fonds européen pour les investissements stratégiques a été approuvé par la Commission européenne le 22 juillet 2015[8], suscitant des réactions mitigées. Certains jugent irréaliste son ambition d'utiliser 21 milliards d'euros de fonds publics afin de mobiliser 294 milliards d'euros d'investissements privés d'ici 2018. La quasi-totalité de cet argent public est prélevée sur le budget d'autres mécanismes de la politique d'innovation qui assuraient des taux de rendement relativement élevés, ce qui a provoqué un tollé chez les principaux représentants des institutions scientifiques de l'UE (Attané, 2015). Il est prévu d'allouer 5 milliards d'euros de cette somme à des PME, ce qui a également été critiqué au motif que les entreprises devraient être aidées en fonction de leur potentiel de croissance et non de leur taille.

Sur ces 21 milliards d'euros, 5 milliards doivent venir de la Banque européenne d'investissement, 3,3 milliards de l'instrument de financement Connecting Europe et 2,7 milliards d'Horizon 2020, le huitième programme-cadre de l'UE pour la recherche et le développement technologique (2014-2020).

Le prélèvement de 2,7 milliards d'euros sur le budget d'Horizon 2020 a déjà entraîné des coupes budgétaires pour plusieurs programmes. Le plus grand perdant est l'Institut européen d'innovation et de technologie (EIT), dont le siège se situe à Budapest (Hongrie). Cet institut, créé en 2008 afin de favoriser une croissance axée sur l'innovation, finance des diplômes (programmes de doctorat) et des projets (remises de prix) qui renforcent la collaboration entre les innovateurs dans les secteurs de l'enseignement, de la recherche et du commerce. L'EIT devrait perdre 350 millions d'euros, soit 13 % de son budget, entre 2015 et 2020. Autre victime, mais dans une moindre mesure, le Conseil européen de la recherche, créé en 2007 pour financer la recherche fondamentale, et qui devrait perdre 221 millions d'euros sur un budget total de 13 milliards d'euros pour la période couverte par le programme Horizon 2020 (2014-2020). Le budget d'Horizon 2020 subira également des restrictions qui toucheront les projets de recherche sectorielle sur les TIC (307 millions d'euros), les nanotechnologies et les matériaux de pointe (170 millions d'euros).

Le plan ne prévoit pas de « préaffectations » thématiques ou géographiques, même s'il identifie plusieurs domaines prioritaires : les infrastructures (notamment le haut débit, les réseaux d'énergie et les transports), l'éducation, la R&D, l'efficacité énergétique et les énergies renouvelables. Son autre faiblesse, plus inquiétante peut-être, tient à l'absence d'objectifs et d'échéancier concrets pour le troisième élément[9] du Plan Juncker concernant la réforme du cadre général de la recherche et de l'innovation, notamment la mobilité des chercheurs ou le libre accès à la recherche scientifique.

8. Voir le site http://europa.eu/rapid/press-release_IP-15-5420_en.htm.

TENDANCES EN MATIÈRE DE R&D

Des progrès inégaux dans la réalisation des objectifs d'*Europe 2020*

L'UE progresse dans la réalisation de certains objectifs de la stratégie *Europe 2020*, mais pas tous (Commission européenne, 2014c). Ainsi, le taux d'emploi global en 2012 était inférieur à celui de 2008 (68,4 % contre 70,3 %), et si les tendances actuelles se poursuivent, il ne devrait atteindre que 72 % en 2020, soit encore trois points de moins que l'objectif fixé.

Le taux de décrochage scolaire est passé de 15,7 % à 12,7 % et la part de jeunes âgés de 30 à 34 ans ayant achevé un cursus universitaire est passée de 27,9 % à 35,7 % entre 2005 et 2012. En revanche, le nombre de personnes menacées par la pauvreté et l'exclusion sociale a augmenté, passant de 114 millions à 124 millions entre 2009 et 2012.

Des objectifs flous en matière de R&D

Concernant le financement de la recherche, la stratégie *Europe 2020* espère réussir là où la *Stratégie de Lisbonne* (2003) a échoué. Cette dernière appelait l'UE à augmenter ses dépenses intérieures brutes de recherche et développement (DIRD) moyennes, pour atteindre 3 % du PIB d'ici 2010. *Europe 2020* reporte la réalisation de cet objectif à 2020. Entre 2009 et 2013, l'Europe des Vingt-Huit a relativement peu progressé sur cet objectif, l'intensité moyenne de R&D n'étant passée que de 1,94 % à 2,02 %, ce qui s'explique sans doute par les périodes de récession répétées. À ce rythme, l'UE semble mal partie pour respecter la nouvelle échéance fixée (tableau 9.2).

Bien entendu, certains pays ont déjà atteint cet objectif : le Danemark, la Finlande et la Suède consacrent déjà au moins 3 % de leur PIB à la R&D, et devraient être bientôt rejoints par l'Allemagne. D'un autre côté, de nombreux pays dépensent encore moins de 1 % de leur PIB en R&D.

Il existe en outre d'importantes différences dans les objectifs fixés pour 2020, la Finlande et la Suède cherchant à atteindre une intensité de R&D de 4 % tandis que Chypre, la Grèce et Malte visent moins de 1 %. La Bulgarie, la Lettonie, la Lituanie, le Luxembourg, la Pologne, le Portugal et la Roumanie espèrent au moins doubler leur intensité de R&D d'ici 2020.

Moins de R&D de pointe qu'au Japon et aux États-Unis

La *Stratégie de Lisbonne* visait une contribution des entreprises à hauteur de deux tiers des DIRD (2 % du PIB) d'ici 2010. Cet objectif n'a pas non plus été atteint, bien que le secteur commercial finance en moyenne plus de la moitié (55 %) de la R&D (figure 9.3). Les entreprises sont actuellement la principale source de financement de la R&D dans 20 États membres, et

9. Les deux premiers éléments concernaient la réforme de l'union bancaire et la création d'un marché unique de l'énergie.

Tableau 9.2 : **Ratio DIRD/PIB dans les pays de l'UE28 en 2009 et 2013 et objectif pour 2020 (%)**

	Ratio DIRD/PIB, 2009	Ratio DIRD/PIB, 2013*	Objectif pour 2020	Part des DIRD financée par l'industrie, 2013*
UE28	1,94	2,02	3,00	54,9
Allemagne	2,73	2,94	3,00	66,1
Autriche	2,61	2,81	3,76	44,1
Belgique	1,97	2,28	3,00	60,2
Bulgarie	0,51	0,65	1,50	19,4
Chypre	0,45	0,48	0,50	10,9
Croatie	0,84	0,81	1,40	42,8
Danemark	3,07	3,05	3,00	59,8
Espagne	1,35	1,24	2,00	45,6
Estonie	1,40	1,74	3,00	41,3
Finlande	3,75	3,32	4,00	60,8
France	2,21	2,23	3,00	55,4
Grèce	0,63	0,78	0,67	32,1
Hongrie	1,14	1,41	1,80	46,8
Irlande	1,39	1,58	2,00**	50,3
Italie	1,22	1,25	1,53	44,3
Lettonie	0,45	0,60	1,50	21,8
Lituanie	0,83	0,95	1,90	27,4
Luxembourg	1,72	1,16	2,30-2,60	47,8
Malte	0,52	0,85	0,67	44,3
Pays-Bas	1,69	1,98	2,50	47,1
Pologne	0,67	0,87	1,70	37,3
Portugal	1,58	1,36	3,00	46,0
Rép. tchèque	1,30	1,91	–	37,6
Roumanie	0,46	0,39	2,00	31,0
Royaume-Uni	1,75	1,63	–	46,5
Slovaquie	0,47	0,83	1,20	40,2
Slovénie	1,82	2,59	3,00	63,8
Suède	3,42	3,21	4,00	57,3

** Ou dernière année disponible.*
*** On estime que l'objectif national de 2,5 % du PNB équivaut à 2,0 % du PIB.*
Source : Eurostat, janvier 2015.

contribuent pour au moins 60 % aux DIRD en Allemagne, en Belgique, au Danemark, en Finlande et en Slovénie. En règle générale, dans l'UE, le secteur commercial dépense plus d'argent pour mener des recherches que pour en financer. C'est le cas dans tous les pays à l'exception de la Lituanie et de la Roumanie. Il est intéressant de noter que les apports étrangers représentent la plus importante source de financement en Lituanie, mais aussi en Bulgarie et en Lettonie. Dans l'ensemble, les pays de l'Europe des Quinze sont distancés par de nombreux pays développés en matière d'intensité de R&D des entreprises (figure 9.4). Cela s'explique en grande partie par le fait que certains des principaux États membres (notamment l'Espagne, l'Italie et le Royaume-Uni) ont une structure économique moins axée sur les industries à forte intensité de technologie que d'autres pays.

À l'échelle des entreprises, l'intensité de R&D (en proportion des ventes nettes) est en général étroitement liée au secteur productif. Le tableau de bord de l'UE sur les investissements en R&D révèle que les entreprises européennes présentent majoritairement une intensité de R&D faible à modérée ou faible, contrairement à leurs principaux concurrents, les deux autres membres de la Triade que sont les États-Unis et le Japon (tableau 9.3 et figure 9.5).

En outre, bien que les entreprises européennes soient à l'origine de 30,1 % des dépenses totales de R&D des 2 500 plus grandes entreprises mondiales, seules deux (des constructeurs automobiles allemands) figurent parmi les 10 premières (tableau 9.3). En effet, les trois principaux acteurs de la R&D dans l'UE sont les constructeurs automobiles Volkswagen, Daimler et BMW (tableaux 9.3 et 9.4). Le secteur de la construction automobile représente un quart des dépenses de R&D des entreprises européennes figurant dans le tableau de bord de l'UE sur les investissements en R&D, et les trois quarts de ces constructeurs automobiles sont allemands.

L'UE est très peu représentée dans le domaine des sociétés Internet qui contribuent à faire émerger de nouvelles formes d'innovation. Selon Downes (2015), sur les 15 plus grandes sociétés Internet qui existent aujourd'hui, aucune n'est européenne. Onze sont implantées aux États-Unis et les autres sont chinoises. En effet, les tentatives visant à reproduire l'expérience de la Silicon Valley[10] dans l'UE n'ont pas tenu leurs promesses. Les principaux géants européens spécialisés dans le matériel informatique de l'économie numérique (Siemens, Ericsson, Nokia) ont même perdu beaucoup de terrain ces 10 dernières années dans les classements mondiaux des acteurs de la R&D. Cependant, l'entreprise de logiciels et de services informatiques SAP, implantée en Allemagne, a récemment été classée parmi les 50 principaux acteurs de la R&D (tableau 9.3).

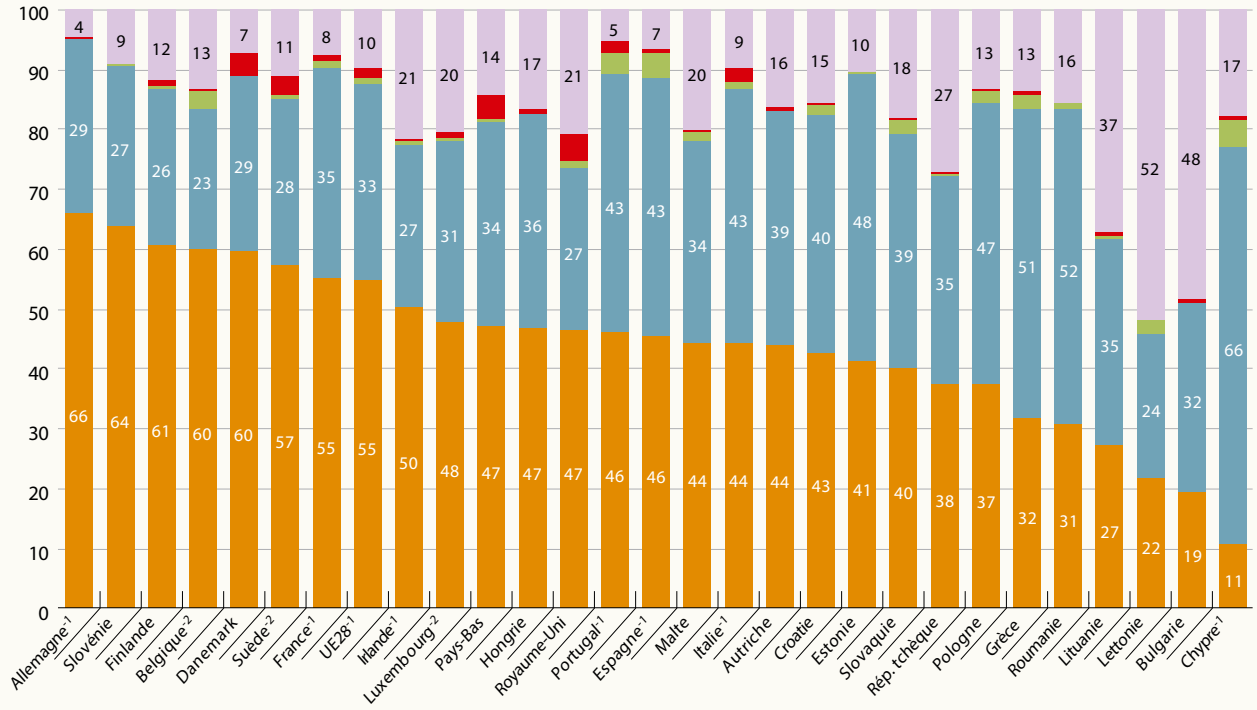
Les performances des entreprises européennes en matière de R&D ont également été amoindries du fait d'une progression décevante de la R&D dans des secteurs comme l'industrie pharmaceutique et les biotechnologies (0,9 % de croissance de R&D en 2013) ou le matériel et l'équipement informatique (-5,4 %), qui font généralement beaucoup appel à la R&D. Si l'UE se positionne presque au même niveau que les États-Unis pour l'industrie pharmaceutique, elle accuse en revanche un sérieux retard dans le domaine des biotechnologies (tableaux 9.5 et 9.6).

L'Europe commence à craindre une érosion de son capital scientifique, sapé par les offres d'acquisition de ses concurrents, comme l'illustre l'échec de l'offre publique d'achat faite par la société pharmaceutique américaine Pfizer en 2014. Pfizer a dû rassurer le gouvernement britannique et promettre que l'OPA de 63 milliards de livres sterling visant le rachat de la société pharmaceutique anglo-suédoise AstraZeneca ne compromettrait pas les emplois dans la recherche au Royaume-Uni. S'il s'est engagé à ce que la société issue de cette fusion emploie un cinquième de son personnel de recherche au Royaume-Uni et termine le pôle de recherche à 300 millions de livres sterling prévu par AstraZeneca à Cambridge, Pfizer a été contraint d'admettre que les dépenses liées à la recherche seraient réduites. Le conseil d'administration d'AstraZeneca a fini par rejeter l'offre

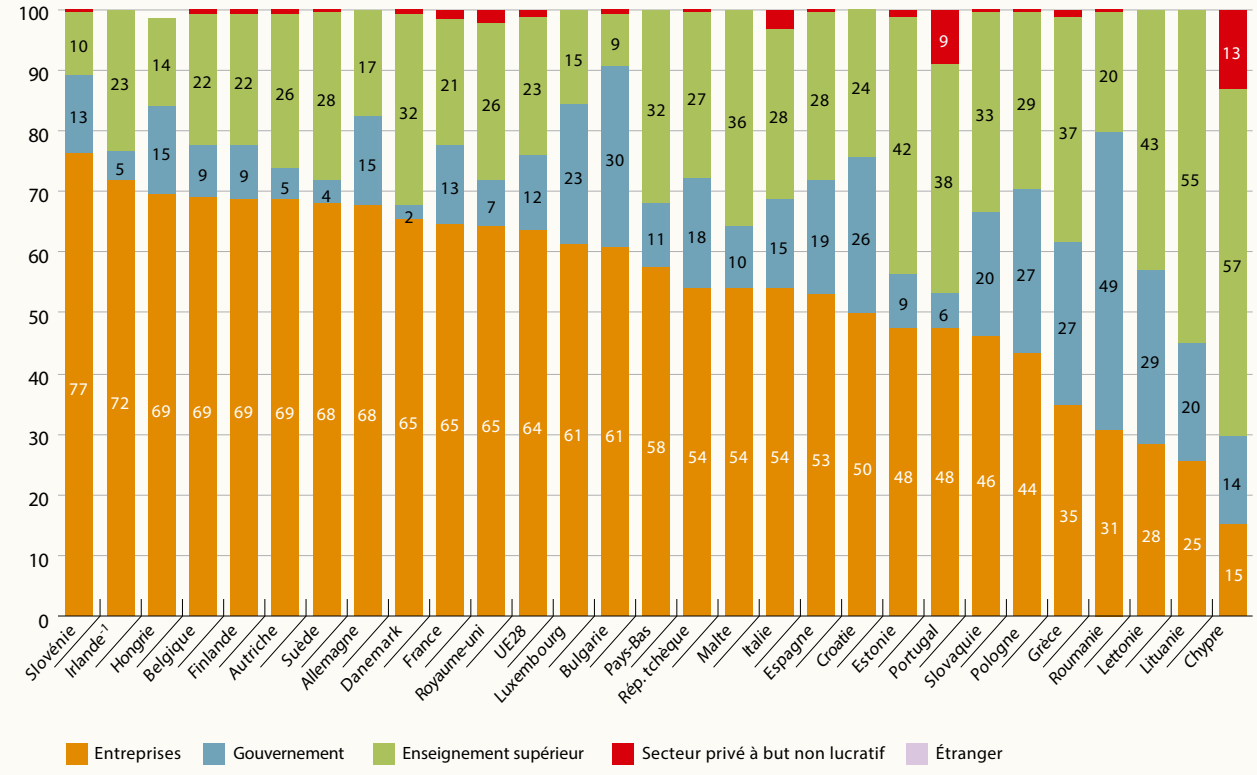
10. On peut citer l'exemple du pôle technologique « Tech City » dans le centre et l'est de Londres. Voir le site www.techcityuk.com.

Figure 9.3 : **DIRD par source de financement et par secteur d'exécution, 2013 ou dernière année disponible (%)**

Par source de financement



Par secteur d'exécution

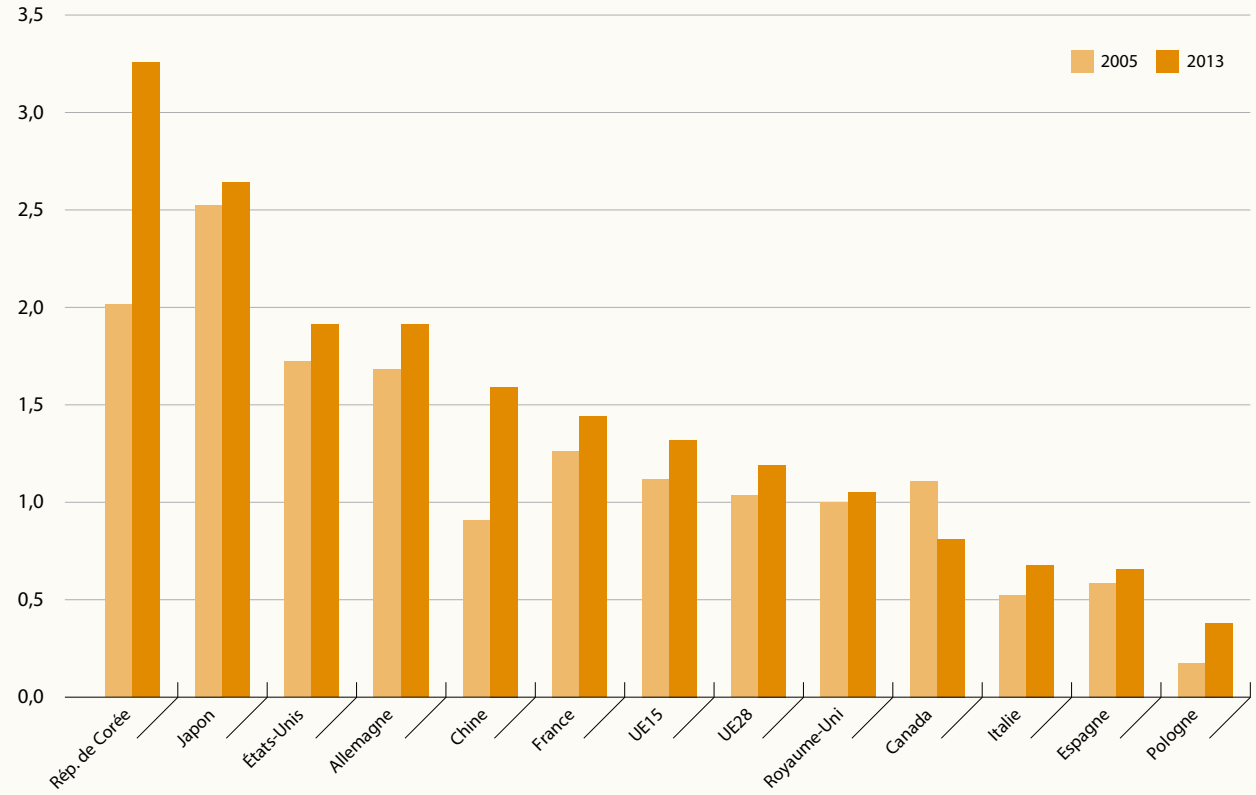


-n = les données correspondent à un nombre *n* d'années avant l'année de référence.

Source : Eurostat, janvier 2015.

Figure 9.4 : **DIRDE en pourcentage du PIB dans l'UE, 2005 et 2013 (%)**

Les données des autres pays sont indiquées à titre de comparaison



Source : OCDE, Principaux indicateurs de la science et de la technologie, juillet 2015.

de Pfizer, estimant qu'elle était davantage motivée par un désir de diminution des coûts et de réduction d'impôts aux États-Unis que par un souci d'optimiser la production de médicaments (Roland, 2015).

Par ailleurs, les sanctions imposées par l'UE à la Fédération de Russie en 2014 pourraient avoir des répercussions pour les entreprises européennes installées en Fédération de Russie. En effet, les grandes multinationales européennes comme Alstom, Ericsson, Nokia, Siemens et SAP ont toutes créé des centres de R&D dans des technoparcs comme celui de Sistema-Sarov ou participent au centre de recherche phare de Skolkovo (voir encadré 13.1).

Les champions de l'innovation se font rares

Depuis 2001, les performances de l'UE en matière d'innovation sont répertoriées dans le Tableau de bord européen annuel de l'innovation, remanié en 2010 pour devenir le Tableau de bord de l'Union de l'innovation. La dernière version de ce tableau de bord utilise un cadre de mesure qui distingue trois principaux types d'indicateurs (outils, activités des entreprises et résultats) et huit dimensions de l'innovation, couvrant au total 25 indicateurs différents (Commission européenne, 2015 a). Les performances globales en matière d'innovation sont mesurées par l'indice de synthèse de l'innovation sur une échelle de 0 (le pays ayant les moins bons résultats) à 1 (le pays ayant les meilleurs résultats). Sur la base de cet indice, les États membres sont répartis en quatre groupes de performance : les *champions de l'innovation* dont les résultats en matière d'innovation sont nettement supérieurs à la moyenne de l'UE ; les *suiveurs de l'innovation*, dont les résultats sont supérieurs ou proches de la moyenne ; les *innovateurs modérés* aux résultats inférieurs à la moyenne ; et les *innovateurs modestes* aux résultats nettement inférieurs à la moyenne (figure 9.6).

La plupart des États membres ont amélioré leurs résultats en matière d'innovation entre 2007 et 2014, à l'exception notable de Chypre, de l'Espagne et de la Roumanie. Cette croissance des résultats a par ailleurs été positive quoique très modeste en Finlande, en Grèce et au Luxembourg. Au fil du temps, les résultats des différents pays en matière d'innovation tendent à s'uniformiser. Treize États membres ont toutefois vu leurs résultats se dégrader entre 2013 et 2014, en particulier Chypre, l'Espagne, l'Estonie, la Grèce et la Roumanie, mais également les pays plus innovants comme l'Allemagne, l'Autriche, la Belgique, le Luxembourg et la Suède. La proportion d'entreprises ayant des activités d'innovation diminue, de même que le nombre de copublications public-privé et l'investissement en capital-risque : on peut y voir une répercussion (à retardement) de la crise économique sur les entreprises.

Faciliter l'innovation pour les entreprises

Si l'Europe produit énormément de nouvelles connaissances, elle s'en sort moins bien pour ce qui est de transformer les nouvelles idées en produits et procédés rentables d'un point de vue commercial. La science et l'innovation font face à un marché

Tableau 9.3 : **Les 50 premières entreprises mondiales en volume de R&D, 2014**

Classement 2014	Entreprise	Pays	Domaine	R&D (en millions d'euros)	Évolution du classement pour la R&D entre 2004 et 2007	Intensité de R&D*
1	Volkswagen	Allemagne	Automobiles et pièces détachées	11 743	+7	6,0
2	Samsung Electronics	Rép. de Corée	Électronique	10 155	+31	6,5
3	Microsoft	États-Unis	Matériel et logiciels informatiques	8 253	+10	13,1
4	Intel	États-Unis	Semi-conducteurs	7 694	+10	20,1
5	Novartis	Suisse	Produits pharmaceutiques	7 174	+15	17,1
6	Roche	Suisse	Produits pharmaceutiques	7 076	+12	18,6
7	Toyota Motors	Japon	Automobiles et pièces détachées	6 270	-2	3,5
8	Johnson & Johnson	États-Unis	Matériel médical, produits pharmaceutiques, biens de consommation	5 934	+4	11,5
9	Google	États-Unis	Produits et services Internet	5 736	+173	13,2
10	Daimler	Allemagne	Automobiles et pièces détachées	5 379	-7	4,6
11	General Motors	États-Unis	Automobiles et pièces détachées	5 221	-5	4,6
12	Merck États-Unis	États-Unis	Produits pharmaceutiques	5 165	+17	16,2
13	BMW	Allemagne	Automobiles et pièces détachées	4 792	+15	6,3
14	Sanofi-Aventis	France	Produits pharmaceutiques	4 757	+8	14,4
15	Pfizer	États-Unis	Produits pharmaceutiques	4 750	-13	12,7
16	Robert Bosch	Allemagne	Ingénierie et électronique	4 653	+10	10,1
17	Ford Motors	États-Unis	Automobiles et pièces détachées	4 641	-16	4,4
18	Cisco Systems	États-Unis	Équipement réseau	4 564	+13	13,4
19	Siemens	Allemagne	Électronique et matériel électrique	4 556	-15	6,0
20	Honda Motors	Japon	Automobiles et pièces détachées	4 367	-4	5,4
21	GlaxoSmithKline	Royaume-Uni	Produits pharmaceutiques et biotechnologies	4 154	-10	13,1
22	IBM	États-Unis	Matériel, intergiciels et logiciels informatiques	4 089	-13	5,7
23	Eli Lilly	États-Unis	Produits pharmaceutiques	4 011	+18	23,9
24	Oracle	États-Unis	Matériel et logiciels informatiques	3 735	+47	13,5
25	Qualcomm	États-Unis	Semi-conducteurs, matériel de télécommunication	3 602	+112	20,0
26	Huawei	Chine	Matériel et services de télécommunication	3 589	+ de 200	25,6
27	Airbus	Pays-Bas**	Aéronautique	3 581	+8	6,0
28	Ericsson	Suède	Matériel de télécommunication	3 485	-11	13,6
29	Nokia	Finlande	Matériel et équipement technologique	3 456	-9	14,7
30	Nissan Motors	Japon	Automobiles et pièces détachées	3 447	+4	4,8
31	General Electric	États-Unis	Ingénierie, électronique et matériel électrique	3 444	+6	3,3
32	Fiat	Italie	Automobiles et pièces détachées	3 362	+12	3,9
33	Panasonic	Japon	Électronique et matériel électrique	3 297	-26	6,2
34	Bayer	Allemagne	Produits pharmaceutiques et biotechnologies	3 259	-2	8,1
35	Apple	États-Unis	Matériel et logiciels informatiques	3 245	+120	2,6
36	Sony	Japon	Électronique et matériel électrique	3 209	-21	21,3
37	AstraZeneca	Royaume-Uni	Produits pharmaceutiques et biotechnologies	3 203	-12	17,2
38	Amgen	États-Unis	Produits pharmaceutiques et biotechnologies	2 961	+18	21,9
39	Boehringer Ingelheim	Allemagne	Produits pharmaceutiques et biotechnologies	2 743	+23	19,5
40	Bristol-Myers Squibb	États-Unis	Produits pharmaceutiques et biotechnologies	2 705	+2	22,8
41	Denso	Japon	Pièces automobiles	2 539	+12	9,0
42	Hitachi	Japon	Matériel et équipement technologique	2 420	-18	3,7
43	Alcatel-Lucent	France	Matériel et équipement technologique	2 374	+4	16,4
44	EMC	États-Unis	Logiciels informatiques	2 355	+48	14,0
45	Takeda Pharmaceuticals	Japon	Produits pharmaceutiques et biotechnologies	2 352	+28	20,2
46	SAP	Allemagne	Logiciels et services informatiques	2 282	+23	13,6
47	Hewlett-Packard	États-Unis	Matériel et équipement technologique	2 273	-24	2,8
48	Toshiba	Japon	Matériel informatique	2 269	-18	5,1
49	LG Electronics	Rép. de Corée	Électronique	2 209	+61	5,5
50	Volvo	Suède	Automobiles et pièces détachées	2 131	+27	6,9

* L'intensité de R&D correspond aux dépenses de R&D divisées par le chiffre d'affaires net.
** Bien que la société soit immatriculée aux Pays-Bas, les principaux sites de production d'Airbus se situent en Allemagne, en Espagne, en France et au Royaume-Uni.
Source : Hernández *et al.* (2014), tableau 2.2.

Tableau 9.4 : **Les 40 premières entreprises de l'UE en matière de R&D, 2011-2013**

Entreprise	Siège	Activité	Intensité de R&D (croissance sur trois ans)	Ventes (croissance sur trois ans)
Volkswagen	Allemagne	Automobiles et pièces détachées	23,3	15,8
Daimler	Allemagne	Automobiles et pièces détachées	3,5	6,5
BMW	Allemagne	Automobiles et pièces détachées	20,0	7,9
Sanofi-Aventis	France	Produits pharmaceutiques et biotechnologies	2,7	2,7
Robert Bosch	Allemagne	Automobiles et pièces détachées	6,8	-0,8
Siemens	Allemagne	Matériel électronique et électrique	2,4	3,2
GlaxoSmithKline	Royaume-Uni	Produits pharmaceutiques et biotechnologies	-2,5	-2,3
Airbus	Pays-Bas	Aérospatiale et défense	5,1	9,0
Ericsson	Suède	Matériel et équipement technologique	0,1	3,8
Nokia	Finlande	Matériel et équipement technologique	-11,2	-18,0
Fiat	Italie	Automobiles et pièces détachées	20,2	34,3
Bayer	Allemagne	Produits pharmaceutiques et biotechnologies	0,5	4,6
AstraZeneca	Royaume-Uni	Produits pharmaceutiques et biotechnologies	0,9	-8,2
Boehringer Ingelheim	Allemagne	Produits pharmaceutiques et biotechnologies	3,8	3,8
Alcatel-Lucent	France	Matériel et équipement technologique	-3,6	-3,4
SAP	Allemagne	Logiciels et services informatiques	9,7	10,5
Volvo	Suède	Ingénierie industrielle	5,2	1,0
Peugeot (PSA)	France	Automobiles et pièces détachées	-6,5	-1,2
Continental	Allemagne	Automobiles et pièces détachées	8,0	8,6
BASF	Allemagne	Produits chimiques	7,1	5,0
Philips	Pays-Bas	Produits industriels généraux	2,5	3,1
Renault	France	Automobiles et pièces détachées	1,2	1,6
Finmeccanica	Italie	Aérospatiale et défense	-3,9	-5,0
Novo Nordisk	Danemark	Produits pharmaceutiques et biotechnologies	8,6	11,2
Merck Allemagne	Allemagne	Produits pharmaceutiques et biotechnologies	2,5	6,1
Stmicroelectronics	Pays-Bas	Matériel et équipement technologique	-6,4	-7,9
Banco Santander	Espagne	Services bancaires	-2,8	-1,7
Safran	France	Aérospatiale et défense	31,2	9,5
Royal Bank of Scotland	Royaume-Uni	Services bancaires	6,9	-9,2
Telefonica	Espagne	Téléphonie fixe	5,1	-2,1
Unilever	Pays-Bas	Produits alimentaires, d'entretien et d'hygiène personnelle	3,9	4,0
Alstom	France	Ingénierie industrielle	0,8	-1,1
Telecomitalia	Italie	Téléphonie fixe	11,9	-5,3
Royal Dutch Shell	Royaume-Uni	Production de pétrole et de gaz	9,0	7,0
Total	France	Production de pétrole et de gaz	9,9	6,9
Delphi	Royaume-Uni	Automobiles et pièces détachées	9,1	6,0
CNH Industrial	Pays-Bas	Ingénierie industrielle	12,7	6,5
Servier	France	Produits pharmaceutiques et biotechnologies	9,0	5,9
Seagate Technology	Irlande	Matériel et équipement technologique	11,9	7,3
L'Oréal	France	Produits cosmétiques (produits de beauté, etc.)	8,8	5,6

Source : Commission européenne.

Tableau 9.5 : **Position relative de l'UE dans les 2 500 premières entreprises mondiales en matière de R&D, 2013**

	UE	États-Unis	Japon	Autres pays
Nombre d'entreprises	633	804	387	676
R&D (en milliards d'euros)	162,3	193,6	85,6	96,8
Croissance entre 2010 et 2013 (%)	5,8	7,0	3,0	9,8
Part mondiale en 2013 (%)	30,1	36,0	15,9	18,0
R&D en pourcentage du chiffre d'affaires net (%)	2,7	5,0	3,2	2,2
Chiffre d'affaires net (en milliards d'euros)	5 909,0	3 839,5	2 638,6	4 335,9

Source : Extrait de Hernández *et al.* (2014), tableau 1.2.

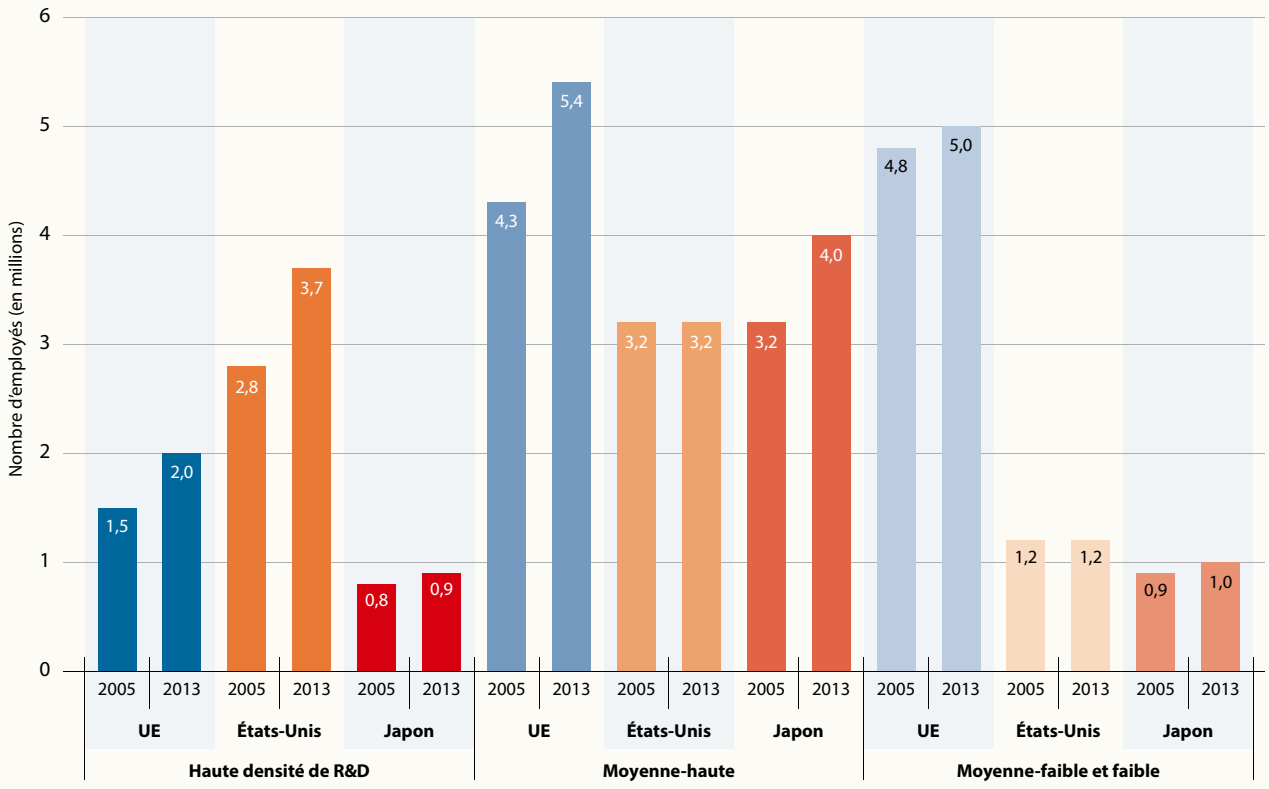
Tableau 9.6 : **Entreprises européennes et américaines dans différents secteurs à forte intensité de R&D, 2013**

Secteur	Nombre d'entreprises		R&D (en millions d'euros)		Intensité de R&D (%)*	
	UE	États-Unis	UE	États-Unis	UE	États-Unis
Santé						
Produits pharmaceutiques	47	46	26 781,9	29 150,0	13,2	14,0
Biotechnologies	20	98	1 238,4	12 287,3	16,0	27,2
Matériel et services de santé	23	54	2 708,2	7 483,5	4,4	3,8
Logiciels et services informatiques						
Logiciels	33	86	4 797,2	22 413,9	14,8	15,0
Services informatiques	15	46	1 311,1	6 904,8	5,2	6,9
Internet	2	20	97,6	8 811,5	6,3	14,3

* L'intensité de R&D correspond aux dépenses de R&D divisées par le chiffre d'affaires net.

Source : Extrait de Hernández *et al.* (2014), tableau 4.5.

Figure 9.5 : **Emploi par intensité de R&D, 2005 et 2013 (%)**



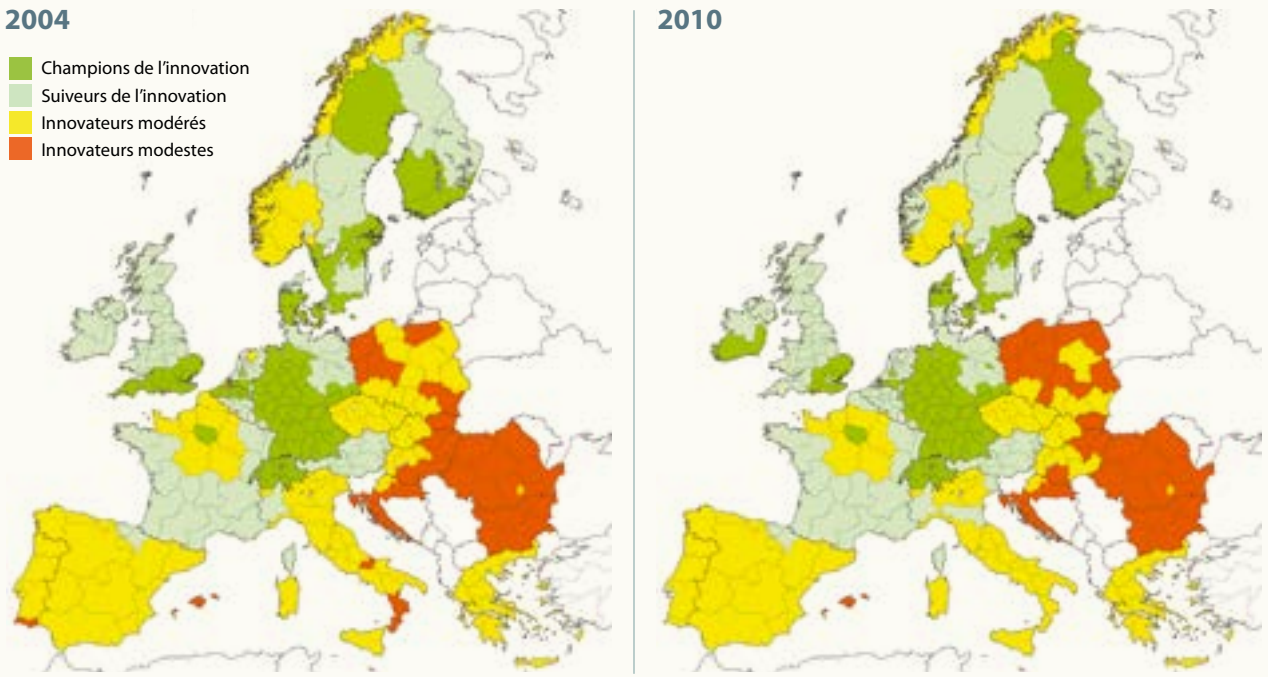
Remarque : Ces chiffres concernent 476 entreprises européennes, 525 entreprises américaines et 362 entreprises japonaises faisant partie des 2 500 plus grandes entreprises mondiales selon le tableau de bord de l'UE sur les investissements en R&D.

Source : Hernández *et al.* (2014), figure S3.

plus fragmenté que les grandes économies constituées d'un seul État-nation, comme les États-Unis ou le Japon (figure 9.6). L'UE a donc besoin de se doter d'une politique de recherche commune afin d'éviter les redondances au niveau des travaux de recherche menés dans les différents États membres.

Depuis 2010, la politique de recherche de l'UE est fortement axée sur l'innovation grâce à l'adoption de l'initiative phare « Une Union pour l'innovation » et au lancement en 2014 d'Horizon 2020, le plus important programme-cadre de recherche et d'innovation jamais engagé par l'UE (Commission européenne, 2014 b). « Une Union pour l'innovation » est l'une des sept initiatives phares mises en place par l'UE pour atteindre les objectifs d'*Europe 2020* (tableau 9.7). Elle repose sur 34 engagements et livrables destinés à lever les obstacles qui s'opposent à l'innovation (notamment le coût élevé du brevetage, la fragmentation du marché, la lenteur de l'élaboration des normes et la pénurie de main-d'œuvre qualifiée) et à

Figure 9.6 : **Performances des régions de l'UE en matière d'innovation, 2004 et 2010**



Source : Commission européenne (2014c), Tableau de bord régional de l'Union de l'innovation 2014 ; cartes créées à l'aide de Region Map Generator.

révolutionner la collaboration entre les secteurs public et privé, notamment grâce à des partenariats d'innovation entre les institutions européennes, les autorités nationales et régionales et les entreprises. Fin 2015, des progrès considérables avaient été réalisés pour 33 engagements sur 34 (tableau 9.7).

L'engagement 5 porte sur la construction d'infrastructures de recherche et d'innovation de premier ordre afin d'attirer les chercheurs du monde entier et de favoriser le développement des technologies génériques essentielles. Le Forum stratégique européen sur les infrastructures de recherche a identifié 44 grands projets de construction (ou de rénovation) de centres de recherche. Pour construire et faire fonctionner ces infrastructures, il est nécessaire de mettre en commun les ressources de plusieurs États membres, pays associés et pays tiers. L'objectif est que 60 % de ces infrastructures de recherche soient terminées ou lancées d'ici 2015.

L'engagement 7 souligne l'importance des PME en tant que moteurs de l'innovation et diffuseurs des connaissances. Pour exploiter pleinement le potentiel d'innovation des PME, il faut un cadre favorable mais également des mécanismes de soutien efficaces. L'accès des PME aux financements de l'UE est limité par la fragmentation des dispositifs d'aide et le caractère inadapté des procédures administratives. Horizon 2020 prévoit un nouveau dispositif dédié aux PME particulièrement innovantes de façon à réserver une partie importante des financements aux PME.

Les engagements 14 à 18 contribuent à la création d'un marché unique de l'innovation en aidant les entreprises à innover et à protéger leurs droits de propriété intellectuelle. Les entreprises européennes qui déposent une demande de protection par brevet doivent actuellement effectuer cette démarche dans les 28 États membres, ce qui suppose une multiplication des exigences administratives et des coûts de traduction. Le « système de brevet communautaire », approuvé par 25 États membres de l'UE (tous sauf la Croatie, l'Espagne et l'Italie) entre 2012 et 2013, prévoit la création d'un brevet unitaire européen, l'adoption d'un régime de traduction spécifique pour les brevets européens, et la création d'une juridiction unique et spécialisée en la matière, la « juridiction unifiée du brevet ». Cette initiative devrait réduire considérablement les coûts imputables aux frais administratifs et aux traductions pour les 25 États membres : on estime en effet qu'elle entraînera une économie de 85 %. La juridiction unifiée du brevet, censée entrer en vigueur en 2015, devrait permettre de réaliser entre 148 millions et 289 millions d'euros d'économies annuelles (Commission européenne, 2014c).

Pour satisfaire ses ambitions en matière de recherche, l'UE devra augmenter le nombre de chercheurs sur son territoire, et les faire venir en grande partie de l'extérieur. Si l'UE veut pouvoir rivaliser avec les États-Unis pour ce qui est d'attirer des chercheurs de haut niveau, par exemple, la législation européenne devra être appliquée à la lettre. Les États membres ont déjà réformé leurs systèmes d'enseignement supérieur dans le cadre du processus de Bologne[11] et des titres de séjour scientifiques ont été spécialement mis en place pour aider les chercheurs à obtenir plus facilement l'autorisation de résider et de travailler dans n'importe quel État membre.

11. Pour en savoir plus sur le processus de Bologne, voir le *Rapport de l'UNESCO sur la science 2010*, p. 150.

Tableau 9.7 : **Progrès réalisés par les États membres de l'UE dans le respect des engagements de l'Union pour l'innovation en 2015**

	Engagement		Résultats attendus	Exemples de mises en œuvre/lacunes
1	Mettre en place des stratégies nationales de formation pour une masse critique de chercheurs	✓	■ Stratégies mises en place dans la plupart des pays ■ Outils mis en place par la Commission européenne afin d'encourager ce processus	■ Nouvelles formations doctorales innovantes proposées dans certains États membres ■ Lancement d'EURAXESS, un réseau d'information qui encourage la mobilité et la collaboration entre les chercheurs dans 40 pays paneuropéens (publication d'offres d'emploi en ligne, notamment)
2a	Tester la faisabilité d'un classement indépendant des universités	✓	■ Test effectué pour ce classement	■ En 2014, lancement du classement U-Multirank, un nouvel outil de comparaison des universités ■ Premiers résultats d'U-Multirank publiés en mai 2014 pour 500 établissements d'enseignement supérieur et 1 272 disciplines ■ L'outil est à la disposition des étudiants et des chercheurs qui souhaitent l'utiliser
2b	Nouer des alliances de la connaissance entre le monde de l'entreprise et les universités	✓	■ Alliances de la connaissance expérimentées et déployées dans le cadre du programme d'échanges universitaires internationaux Erasmus+ ***Suivi :*** ■ Plus de 150 nouvelles alliances de la connaissance prévues pour la période de programmation 2014-2020	■ Des universités et des entreprises ont participé aux premières alliances de la connaissance, et de nouvelles initiatives ont été lancées en 2014 ■ Les résultats des premiers projets pilotes d'alliances de la connaissance sont disponibles
3	Proposer un cadre intégré pour les compétences numériques	✓	■ Grande coalition en faveur de l'emploi dans le secteur du numérique ■ Publication du *Référentiel européen des e-Compétences 3.0* ■ Publication de la feuille de route 2014-2020 visant à encourager le professionnalisme dans les TIC et l'e-leadership	■ Référentiel européen des e-Compétences adopté comme norme par certains États membres
4	Proposer un Cadre européen pour les carrières scientifiques ainsi que des mesures d'accompagnement	✓	■ Cadre européen pour les carrières scientifiques proposé en 2012, mesures à mettre en place pour 2014 ■ Création du Cadre européen pour les carrières scientifiques ■ Définition, diffusion, contrôle et promotion des principes d'innovation dans les formations doctorales ■ Création du Fonds de pension paneuropéen sous forme de consortium, avec un financement prévu dans le programme Horizon 2020	■ Le Cadre européen pour les carrières scientifiques est fréquemment utilisé à des fins de recrutement par les universités, les entreprises, etc. ■ Initiatives de programmation conjointes ***Lacunes :*** Certains États membres doivent encore mettre leur système en adéquation avec les principes du Cadre européen pour les carrières scientifiques ■ Le Fonds de pension paneuropéen devrait être opérationnel d'ici fin 2015
5	Construire les infrastructures de recherche européennes prioritaires	✓	■ À ce jour, 56 % des infrastructures ont été mises en œuvre ; l'objectif est d'atteindre 60 % d'ici 2015	■ 14 types d'infrastructures offrent des services à leurs usagers
6	Simplifier les programmes européens de recherche et d'innovation et axer les futurs programmes sur l'Union pour l'innovation	✓	■ Lancement du programme Horizon 2020 en 2014, avec une initiative phare consacrée à l'Union pour l'innovation	■ Premiers appels à propositions lancés dans le cadre d'Horizon 2020 pour les projets de recherche
7	Renforcer la coopération avec les PME dans les futurs programmes européens de recherche et d'innovation	✓	■ Intégration de l'instrument PME dans le programme Horizon 2020	■ L'instrument PME est prêt à être utilisé dans le programme Horizon 2020
8	Renforcer la base scientifique de l'élaboration des politiques grâce au Centre commun de recherche et créer un Forum européen des activités prospectives	✓	■ Rapprochement avec le Centre commun de recherche, qui dispose d'instituts scientifiques en Allemagne, en Belgique (2), en Espagne, en Italie et aux Pays-Bas ■ Mise en place du Forum européen des activités prospectives	■ Les travaux du Centre commun de recherche et du Forum européen des activités prospectives ont une influence sur l'élaboration des politiques et la programmation stratégique de la Commission

suite page suivante...

Tableau 9.7 : *(suite)*

	Engagement		Résultats attendus	Exemples de mises en œuvre/lacunes
9	Définir un programme stratégique pour l'Institut européen d'innovation et de technologie (EIT) créé en 2008	✓	■ Le Programme stratégique d'innovation est mis en œuvre avec un budget de 2,7 milliards d'euros dans le cadre d'Horizon 2020 ■ Développement des communautés de la connaissance et de l'innovation (CCI) existantes : ICT Labs, Climate-KIC et KIC InnoEnergy ■ Lancement de nouvelles CCI dédiées à l'innovation en faveur d'une vie saine et d'un vieillissement actif et à l'utilisation durable des matières premières ■ Trois autres CCI doivent être lancées en 2016 (Food4Future et processus industriels à forte valeur ajoutée) et 2018 (mobilité urbaine) ■ Développement des activités de la Fondation de l'EIT	■ Création de 35 diplômes de master labellisés par l'EIT ■ Plus d'un millier d'étudiants inscrits aux cours de l'EIT ■ Plus d'une centaine de start-up créées ■ Plus de 400 idées incubées ■ 90 nouveaux produits et services lancés
10	Mettre en place des instruments financiers au niveau de l'UE afin d'attirer des fonds privés	✓	■ « Accès au financement à risque » disponible dans le cadre d'Horizon 2020	
11	Permettre les opérations transfrontalières de financement du capital-risque	✓	■ Le Règlement relatif aux fonds de capital-risque européens est entré en vigueur en juillet 2013	■ Au moins deux demandes ont été présentées aux États membres
12	Renforcer le rapprochement transfrontalier entre les entreprises innovantes et les investisseurs	✓	■ Recommandations du groupe d'experts transmises à la Commission	■ Ces recommandations ont été prises en compte dans la mise en place des instruments financiers prévus par Horizon 2020
13	Réviser l'encadrement des aides d'État à la R&D et à l'innovation	✓	■ Révision de l'encadrement des aides d'État à la R&D et à l'innovation	■ Les règles relatives à la modernisation des aides d'État sont prêtes à être utilisées à partir de juillet 2014
14	Mettre en place le brevet unitaire européen	✓	■ Système de brevet unitaire adopté par 25 États membres (tous sauf la Croatie, l'Espagne et l'Italie) ■ Traductions automatiques disponibles depuis 2013 ■ Approbation des règles d'application par le Comité restreint en décembre 2014	***Lacunes :*** ■ L'accord sur la juridiction unifiée du brevet doit encore être ratifié par 13 États membres afin d'entrer en vigueur (six ratifications à ce jour : l'Autriche, la Belgique, le Danemark, la France, Malte et la Suède) ■ Les règles d'application de la juridiction unifiée du brevet sont actuellement discutées par le Comité préparatoire ; celle-ci devrait entrer en vigueur en 2015
15	Examiner le cadre réglementaire dans les domaines clés	✓	■ Méthodologie d'examen réglementaire élaborée et appliquée aux règlements relatifs à l'éco-innovation et aux Partenariats européens d'innovation	■ Méthodologie appliquée à la directive sur l'eau et au règlement sur les matières premières
16	Accélérer et moderniser l'élaboration des normes	✓	■ Adoption en 2011 d'une communication présentant une vision stratégique des normes européennes ■ Règlement appliqué depuis 2012	■ Processus de normalisation 37 % plus rapide
17a	Réserver une part des budgets nationaux consacrés aux marchés publics à l'innovation	×	■ Engagement non retenu par le Conseil européen	■ Certains États membres ont adopté des mesures visant à utiliser les marchés publics comme instrument des politiques d'innovation, notamment l'Espagne, le Danemark, la Finlande, l'Italie et la Suède
17b	Mettre en place un dispositif de soutien au niveau de l'UE et faciliter la passation de marchés publics conjoints	✓	■ Soutien financier à la coopération transnationale actuellement assuré par la Commission européenne ■ Révision des directives sur les marchés publics visant à faciliter l'achat de services et produits innovants, adoptée en 2014 par le Parlement et le Conseil ■ Accompagnement et sensibilisation assurés par la Commission	■ Passation de marchés publics conjoints dans le cadre d'appels d'offres relevant du septième programme-cadre ***Lacunes :*** ■ Ces directives doivent encore être intégrées au droit interne par les États membres

Tableau 9.7 : *(suite)*

	Engagement		Résultats attendus	Exemples de mises en œuvre/lacunes
18	Présenter un plan d'action en faveur de l'éco-innovation	✓	■ *Plan d'action* adopté en 2011	■ *Plan de mise en œuvre stratégique* approuvé en 2012 (en cours de mise en œuvre)
19a	Créer une Alliance européenne des industries créatives	✓	■ Création de l'Alliance européenne des industries créatives (ECIA) en 2011	■ Plus de 45 millions d'euros mobilisés en plus des 6,75 millions d'euros d'aide de l'UE pour l'ECIA ■ Plus de 3 500 PME ont bénéficié des activités de l'ECIA et 2 460 autres acteurs y ont également participé
19b	Mettre en place un Comité directeur européen du design	✓	■ Création du Comité directeur européen du design, qui formule des propositions afin de renforcer le rôle du design dans l'innovation	■ Document de travail des services sur la mise en œuvre d'un plan d'action pour promouvoir l'innovation fondée sur le design ■ Création d'une Plateforme européenne d'innovation en matière de design ■ Appel à projets de l'Initiative européenne Innovation Design (EDII)
20	Encourager le libre accès ; soutenir les services intelligents d'information sur la recherche	✓	■ Diffusion d'une communication intitulée *Pour un meilleur accès aux informations scientifiques : dynamiser les avantages des investissements publics dans le domaine de la recherche*, qui formule des recommandations destinées aux États membres ■ Libre accès dans le cadre d'Horizon 2020 ■ Création d'outils de recherche	■ Lancement du projet ODIN, un site Internet proposant des cours de développement web en libre accès
21	Faciliter la recherche collaborative et le transfert de connaissances	✓	■ Règles de participation claires et simples pour Horizon 2020 ■ Réalisation d'une analyse de l'impact des accords de consortium sur l'innovation ■ Analyse du transfert de connaissances et de l'innovation en libre accès	■ Création de bureaux européens chargés du transfert de technologies ■ Rédaction de consignes sur l'utilisation des accords de consortium et insertion dans le manuel en ligne sur les subventions d'Horizon 2020
22	Mettre en place un marché européen de la connaissance pour les brevets et les licences	✓	■ Publication en 2012 d'un document de travail des services sur la valorisation des brevets au service de la croissance et de l'emploi	■ Mise en place de groupes d'experts sur l'évaluation de la propriété intellectuelle et la valorisation des brevets ■ Les conclusions du groupe d'experts sur la valorisation des brevets doivent être rendues
23	Assurer une protection contre l'utilisation des DPI à des fins anticoncurrentielles	✓	■ Directives sur les accords horizontaux adoptées en 2010	■ Ces règles s'appliquent désormais aux autorités nationales de la concurrence, à la Commission européenne, aux entreprises et aux juridictions nationales
24-25	Améliorer l'utilisation des fonds structurels pour la recherche et l'innovation	✓	■ Introduction de stratégies de recherche et d'innovation pour une spécialisation intelligente dans la planification stratégique des États membres et de leurs régions ■ Stratégies de spécialisation intelligente adoptées comme condition *ex ante* pour pouvoir bénéficier de financements du Fonds européen de développement régional (FEDER) pour la recherche, le développement technologique et l'innovation	■ Stratégies nationales et régionales de spécialisation intelligente définies dans la plupart des États membres/régions ■ Lancement de la Plateforme de spécialisation intelligente en 2012
26	Lancer un projet pilote d'innovation sociale et encourager l'innovation sociale par le biais du Fonds social européen	✓	■ Lancement d'une plateforme européenne de l'innovation sociale (Social Innovation Europe) en 2011 ■ Renforcement du rôle de l'innovation sociale dans le cadre du Fonds social européen	■ Mise en place du Concours européen de l'innovation sociale ■ Appui aux réseaux d'incubateurs d'innovation sociale
27	Soutenir un programme de recherche sur l'innovation sociale dans le secteur public et expérimenter un tableau de bord européen de l'innovation dans le secteur public	✓	■ Innovation sociale et innovation dans le secteur public inscrites parmi les thèmes d'Horizon 2020 ■ Expérimentation d'un tableau de bord européen de l'innovation dans le secteur public	■ Lancement du Prix européen pour l'innovation dans l'administration publique ■ Création d'un groupe d'experts sur l'innovation dans le secteur public ■ Premier Prix de la capitale européenne de l'innovation (iCapitale) décerné à Barcelone en 2014

suite page suivante...

Tableau 9.7 : *(suite)*

	Engagement		Résultats attendus	Exemples de mises en œuvre/lacunes
28	Consulter les partenaires sociaux sur l'interaction entre l'économie du savoir et le marché	✓	■ Les premières consultations des partenaires sociaux de l'UE ont eu lieu en 2013 ■ D'autres consultations sont prévues à partir de 2014	■ Création du Réseau européen de l'innovation au travail
29	Expérimenter et présenter des propositions de partenariats européens d'innovation	✓	■ Lancement, expérimentation et évaluation des partenariats européens d'innovation	■ Plus de 700 engagements concrets ■ Sites de référence pour le partage d'expériences et la reproduction de résultats transférables ■ Places de marché en ligne comptant chacune bien plus d'un millier d'utilisateurs enregistrés ■ Premiers résultats de ces partenariats : recueils des bonnes pratiques et boîtes à outils permettant de les reproduire, compilations des preuves d'impact, etc.
30	Mettre en place des politiques intégrées afin d'attirer les chercheurs du monde entier	✓	■ Mesures nationales actuellement déployées afin d'encourager la mobilité des chercheurs, notamment EURAXESS, un réseau d'information pour les chercheurs souhaitant poursuivre leur carrière en Europe ou rester en contact avec l'Europe ■ Titres de séjour scientifiques ■ Actions Marie Skłodowska-Curie ■ Animations « Destination Europe »	■ EURAXESS et EURAXESS Links ■ Les nouveaux titres de séjour scientifiques doivent prendre effet en 2016 (après intégration au droit interne par les États membres)
31	Proposer des priorités et des stratégies concernant la coopération scientifique de l'UE et de ses États membres avec des pays tiers	✓	■ Communication adoptée en 2012 sur le renforcement et le ciblage de la coopération internationale de l'UE en matière de recherche et d'innovation	■ Forum stratégique pour la coopération scientifique et technologique internationale (SFIC) : initiatives ciblant le Brésil, la Chine, l'Inde et les États-Unis ■ Travaux actuellement menés par le SFIC afin d'identifier des priorités communes et de mettre en œuvre des mesures conjointes Achèvement des feuilles de route avant fin 2014 ■ Dialogue en cours avec les pays tiers et d'autres régions du monde
32	Déployer des infrastructures de recherche mondiales	✓	■ Nouveau cadre de coopération adopté en 2013 par le G8 ■ Rapport sur la liste des infrastructures existantes et des priorités prévu pour 2015	
33	Autoévaluer la recherche nationale et les systèmes d'innovation et localiser les enjeux et les réformes	✓	■ Soutien de la Commission proposé aux États membres ■ Quatre États membres sur 28 ont demandé une évaluation par les pairs : la Belgique, le Danemark, l'Espagne et l'Estonie ■ Suivi des progrès réalisés par le biais du « semestre européen », donnant lieu à des recommandations par pays	■ Évaluation par les pairs effectuée pour la Belgique, le Danemark, l'Espagne, l'Estonie et l'Islande ■ Trois pays ont confirmé l'utilisation de l'outil d'auto-évaluation : la Belgique, le Danemark et l'Estonie ■ Nouvel outil lancé dans le cadre d'Horizon 2020
34a	Mettre en place un indicateur de référence sur l'innovation	✓	■ Adoption en 2013 de la communication intitulée *Mesurer les résultats de l'innovation en Europe : vers un nouvel indicateur*	■ Indicateur utilisé en 2014 pour les recommandations par pays
34b	Suivre les progrès à l'aide du Tableau de bord de l'Union de l'innovation	✓	■ Mise à jour annuelle du Tableau de bord de l'Union de l'innovation depuis 2010	■ Dernier Tableau de bord de l'Union de l'innovation publié en 2015

Source : Adapté de Commission européenne (2014e).

SUIVI DES DERNIERS PROGRAMMES-CADRES DE RECHERCHE

Horizon 2020 : le plus grand programme de recherche jamais engagé par l'Union européenne

Les niveaux de financement des programmes-cadres de recherche et développement successivement adoptés par l'UE n'ont cessé d'augmenter au fil du temps : de 4 milliards d'euros pour le premier (1984-1988) à 53 milliards d'euros pour le septième programme-cadre de recherche et de développement technologique (2007-2013), et près de 80 milliards d'euros pour Horizon 2020, le plus important programme de recherche jamais engagé par l'UE.
Horizon 2020 a été proposé par la Commission européenne en novembre 2011 et adopté par le Parlement européen et le Conseil européen en décembre 2013.

Ce programme vise à mettre en œuvre la stratégie *Europe 2020* en général, et plus particulièrement l'initiative phare « Une Union pour l'innovation ». Il cherche à rassembler tous les financements européens existants en matière de recherche et d'innovation et à faciliter le passage de l'innovation à la commercialisation en simplifiant les dispositifs de financement, l'architecture des programmes et les modalités de participation. La majeure partie de ces 80 milliards d'euros doit servir à encourager l'excellence scientifique (32 %) et à faire face aux enjeux sociétaux (39 %) [tableau 9.8].

Le grand défi sociétal de la croissance verte

Bon nombre des enjeux sociétaux couverts par Horizon 2020 concernent les domaines de la croissance verte : agriculture et exploitation forestière durables, action climatique, transports verts ou utilisation efficace des ressources. C'est en matière de

Tableau 9.8 : **Structure et budget du programme *Horizon 2020*, 2014-2020**

	Répartition finale (%)	Estimation du montant final en millions d'euros (en prix courants)
Excellence scientifique, dont	**31,7**	**24 441**
Conseil européen de la recherche	17,0	13 095
Technologies futures et émergentes	3,5	2 696
Actions Marie Skłodowska-Curie	8,0	6 162
Infrastructures de recherche européennes (y compris Infrastructures)	3,2	2 488
Primauté industrielle, dont	**22,1**	**17 016**
Leadership en matière de technologies génériques et industrielles	17,6	13 557
Accès au financement à risque	3,7	2 842
Innovation des PME	0,8	616
Défis sociétaux, dont	**38,5**	**29 679**
Santé, changement démographique et bien-être	9,7	7 472
Bioéconomie, sécurité alimentaire, agriculture et sylviculture durables, recherche marine et maritime et recherche sur les voies de navigation intérieures	5,0	3 851
Énergie sûre, propre et efficace	7,1	5 931
Transports intelligents, verts et intégrés	8,2	6 339
Action climatique, environnement, efficacité des ressources et matières premières	4,0	3 081
L'Europe dans un monde en évolution : sociétés inclusives, innovantes et réflexives	1,7	1 309
Des sociétés sûres : protéger la liberté et la sécurité de l'Europe et de ses citoyens	2,2	1 695
La science avec et au service de la société	**0,6**	**462**
Favoriser l'excellence et élargir la participation	**1,1**	**816**
Institut européen d'innovation et de technologie (EIT)	**3,5**	**2 711**
Actions directes du Centre commun de recherche, hors nucléaire	**2,5**	**1 903**
BUDGET TOTAL UE	**100,0**	**77 028**
Actions indirectes pour la fusion	45,4	728
Actions indirectes pour la fission	19,7	316
Actions directes du Centre commun de recherche dans le domaine du nucléaire	34,9	560
BUDGET TOTAL Euratom 2014-2018	**100,0**	**1 603**

Remarque : L'Euratom ayant un fondement juridique différent, ses budgets sont fixés pour cinq ans. Pour la période 2014-2018, le budget est estimé à 1 603 millions d'euros. Un montant de 770 millions d'euros est prévu pour la période 2019-2020.

Source : Commission européenne : http://ec.europa.eu/research/horizon2020/pdf/press/fact_sheet_on_horizon2020_budget.pdf.

réduction des émissions de gaz à effet de serre qu'*Europe 2020* a pour l'instant obtenu les meilleurs résultats. Fin 2012, l'UE avait déjà réduit de 18 % ses émissions de gaz à effet de serre par rapport aux niveaux de 1990 ; l'objectif d'une réduction de 20 % d'ici 2020 devrait donc être atteint.

L'Europe est amenée à s'engager sur la voie du développement durable afin de relever différents défis, notamment la dépendance excessive à l'égard des combustibles fossiles, la dégradation de l'environnement, l'épuisement des ressources naturelles et l'impact du changement climatique. L'UE est par ailleurs convaincue qu'une croissance durable sur le plan environnemental (croissance verte) augmentera sa compétitivité.

En effet, le dernier rapport de synthèse *L'environnement en Europe : état et perspectives 2015* publié par l'Agence européenne pour l'environnement révèle que l'industrie de l'environnement est l'un des rares secteurs économiques européens à s'être développé (en termes de revenus, d'échanges commerciaux et d'emplois) malgré la crise financière de 2008. Ce rapport met en évidence le rôle de la recherche et de l'innovation dans la réalisation des objectifs de durabilité, notamment l'innovation sociale. L'UE s'est en partie donné les moyens de ses ambitions : elle a ainsi financé des projets de recherche sur la durabilité énergétique et le changement climatique dans le cadre de son septième programme-cadre (2007-2013) et également mis l'accent sur la recherche et l'innovation responsables dans l'ensemble de son nouveau programme-cadre de recherche, Horizon 2020. L'Europe est aujourd'hui, et pour la première fois, en position d'instaurer une société plus durable grâce à la recherche et à l'innovation. Toutefois, pour réaliser ce potentiel, elle devra peut-être apprendre à considérer l'innovation comme un moyen et non comme une fin en soi. (Voir par exemple Van den Hove *et al.*, 2012.)

Parmi les thèmes prioritaires du programme Coopération du septième programme-cadre, cinq étaient axés sur la durabilité et la protection de l'environnement : l'agriculture, l'énergie, l'environnement, la santé et les matériaux (tableau 9.9). On peut considérer que plus de 75 % des projets relatifs à ces thèmes

Tableau 9.9 : **Nombre de projets du septième programme-cadre relatifs au développement durable, 2007-2013**

	Agriculture	Environnement	Énergie	Santé	Matériaux	Total des projets	Part de projets axés sur la durabilité (%)
Allemagne	519	425	285	776	970	11 404	26,1
Autriche	145	157	71	191	188	2 993	25,1
Belgique	331	214	140	295	355	4 552	29,3
Bulgarie	43	45	18	23	19	590	25,1
Chypre	15	21	15	10	11	436	16,5
Croatie	25	23	14	21	9	351	26,2
Danemark	197	130	97	200	186	2 275	35,6
Espagne	360	291	211	388	677	8 462	22,8
Estonie	29	21	11	54	13	502	25,5
Finlande	148	83	55	166	232	2 089	32,7
France	419	275	198	551	530	8 909	22,1
Grèce	147	140	72	117	165	2 340	27,4
Hongrie	87	57	23	96	75	1 350	25,0
Irlande	108	55	35	109	117	1 740	24,4
Italie	460	296	183	509	659	8 471	24,9
Lettonie	24	11	13	17	14	267	29,6
Lituanie	24	19	12	24	27	358	29,6
Luxembourg	7	10	4	19	15	233	23,6
Malte	9	9	3	4	5	177	16,9
Pays-Bas	467	298	169	558	343	6 191	29,6
Pologne	100	76	53	96	166	1 892	26,0
Portugal	123	94	69	68	125	1 923	24,9
République tchèque	85	63	22	77	111	1 216	29,4
Roumanie	41	69	17	48	81	898	28,5
Royaume-Uni	508	379	191	699	666	12 591	19,4
Slovaquie	26	19	15	18	41	411	29,0
Slovénie	55	55	23	48	81	771	34,0
Suède	145	135	88	255	258	3 210	27,4

Remarque : Le total pour le septième programme-cadre inclut des projets de coopération non thématiques.

Source : CORDIS (www.cordis.europa.eu), données téléchargées le 4 mars 2015.

ont contribué favorablement à la réalisation des objectifs de l'UE en matière de développement durable. Ces cinq thèmes représentent environ un quart des projets mis en œuvre en vertu du septième programme-cadre. S'ils sont prioritaires dans certains pays (le Danemark, la Finlande et la Slovénie, notamment), ils représentent moins d'un projet sur cinq à Chypre, à Malte et au Royaume-Uni (tableau 9.9).

On peut également comparer les chiffres du septième programme-cadre au nombre de demandes de brevet liées aux technologies de l'environnement, aux émissions de gaz à effet de serre et à la part d'énergies renouvelables dans la consommation finale brute d'énergie (tableau 9.10). En 2011, c'est en Allemagne, au Danemark, en Finlande et en Suède que l'on a enregistré le plus grand nombre de demandes de brevet liées aux technologies de l'environnement par milliard d'euros PPA de PIB. C'est aussi dans ces quatre pays que l'on constate l'augmentation la plus importante du nombre absolu de demandes de brevet dans ce domaine entre 2005 et 2011. Le Danemark et la Finlande se démarquent également pour ce qui est de la « durabilité » des projets de recherche menés dans le cadre du septième programme-cadre.

Réduction des émissions de gaz à effet de serre

Fin 2012, les émissions de gaz à effet de serre avaient diminué dans 20 pays de l'UE par rapport à leurs niveaux de 1990. Ils avaient en revanche augmenté par rapport à 2005 dans quatre États membres : l'Estonie, la Lettonie, Malte et la Pologne. Ces émissions sont toutefois influencées par de nombreux facteurs : l'évolution de la demande énergétique et de la consommation

Tableau 9.10 : **Principaux indicateurs de mesure des progrès accomplis dans la réalisation des objectifs d'*Europe 2020* concernant les enjeux sociétaux**

	Technologies de l'environnement : demandes de brevet déposées auprès de l'OEB par milliard d'euros de PIB (PPA courantes)			Émissions de gaz à effet de serre : 1990 = 100			Part des énergies renouvelables dans la consommation finale brute d'énergie (%)		
	2005	2011	Évolution	2005	2012	Évolution (%)	2005	2012	Évolution (ratio)
UE28	0,31	0,46	0,15	93,2	82,1	-11,1	8,7	14,1	1,6
Allemagne	0,74	1,05	0,31	80,8	76,6	-4,2	6,7	12,4	1,9
Autriche	0,47	0,72	0,25	119,7	104,0	-15,7	24,0	32,1	1,3
Belgique	0,27	0,40	0,13	99,7	82,6	-17,1	2,3	6,8	3,0
Bulgarie	0,00	0,02	0,02	58,5	56,0	-2,5	9,5	16,3	1,7
Chypre	0,00	0,02	0,02	158,1	147,7	-10,4	3,1	6,8	2,2
Croatie	0,00	0,00	0,00	95,8	82,7	-13,1	12,8	16,8	1,3
Danemark	0,69	1,87	1,18	94,7	76,9	-17,8	15,6	26,0	1,7
Espagne	0,06	0,13	0,07	153,2	122,5	-30,8	8,4	14,3	1,7
Estonie	0,00	0,30	0,30	45,6	47,4	1,8	17,5	25,8	1,5
Finlande	0,39	0,91	0,52	98,0	88,1	-9,9	28,9	34,3	1,2
France	0,33	0,43	0,10	101,5	89,5	-12,1	9,5	13,4	1,4
Grèce	0,01	0,05	0,04	128,2	105,7	-22,5	7,0	13,8	2,0
Hongrie	0,11	0,12	0,01	80,7	63,7	-17,0	4,5	9,6	2,1
Irlande	0,09	0,16	0,07	128,2	107,0	-21,1	2,8	7,2	2,6
Italie	0,19	0,22	0,03	111,5	89,7	-21,8	5,9	13,5	2,3
Lettonie	0,04	0,06	0,03	42,5	42,9	0,4	32,3	35,8	1,1
Lituanie	0,00	0,03	0,03	47,8	44,4	-3,3	17,0	21,7	1,3
Luxembourg	0,61	0,35	-0,26	108,3	97,5	-10,8	1,4	3,1	2,2
Malte	0,13	0,00	-0,13	147,8	156,9	9,2	0,3	2,7	9,0
Pays-Bas	0,33	0,50	0,17	101,8	93,3	-8,6	2,3	4,5	2,0
Pologne	0,03	0,04	0,01	85,6	85,9	0,3	7,0	11,0	1,6
Portugal	0,04	0,08	0,04	144,5	114,9	-29,7	19,5	24,6	1,3
Rép. tchèque	0,06	0,07	0,01	74,7	67,3	-7,4	6,0	11,2	1,9
Roumanie	0,01	0,02	0,01	57,0	48,0	-9,1	17,6	22,9	1,3
Royaume-Uni	0,17	0,26	0,09	89,8	77,5	-12,3	1,4	4,2	3,0
Slovaquie	0,04	0,03	-0,01	68,7	58,4	-10,3	5,5	10,4	1,9
Slovénie	0,03	0,10	0,08	110,2	102,6	-7,6	16,0	20,2	1,3
Suède	0,67	1,03	0,36	93,0	80,7	-12,3	40,5	51,0	1,3

Remarque : Le terme « technologies de l'environnement » se rapporte aux demandes de brevet dans les domaines suivants : gestion environnementale générale, production d'énergie à partir de sources renouvelables et non fossiles, technologies de combustion pouvant atténuer les émissions de gaz à effet de serre, technologies d'atténuation du changement climatique, technologies pouvant contribuer ou contribuant de façon indirecte à l'atténuation des émissions, réduction des émissions des transports et efficacité en matière de consommation de carburant ; efficacité énergétique dans la construction et l'éclairage.
Source : Pour les émissions de gaz à effet de serre, la part d'énergies renouvelables dans la consommation finale brute d'énergie et le PIB en euros (PPA courantes) : Eurostat ; pour le nombre de demandes de brevet liées aux technologies de l'environnement : OCDE.

de combustibles, la croissance (ou l'effondrement) de certains secteurs économiques, les récessions ou ralentissements économiques, l'évolution des moyens de transport et de la demande, les développements technologiques (déploiement des technologies liées aux énergies renouvelables, notamment) et les changements démographiques (Agence européenne pour l'environnement, 2015). Certains de ces facteurs résultent des politiques gouvernementales ; d'autres dépassent l'influence à court terme des pouvoirs publics. L'effondrement de l'Union soviétique, par exemple, s'est répercuté sur l'économie des pays de l'ancien bloc soviétique (notamment l'Estonie, la Lettonie et la Pologne) et par conséquent sur leurs émissions de gaz à effet de serre. La plupart des anciens États soviétiques sont parvenus à maintenir leurs émissions à un niveau faible. De même, le ralentissement économique que connaît l'UE depuis 2008 a eu une incidence positive sur les émissions de gaz à effet de serre en Europe.

Enfin, la part des énergies renouvelables dans la consommation finale brute d'énergie en 2012 a été particulièrement élevée (au moins 30 %) en Autriche, en Finlande, en Lettonie et en Suède. Nombre de ces pays disposent toutefois d'un secteur hydroélectrique important, et les chiffres ne font pas apparaître la contribution des technologies plus récentes comme les énergies éolienne ou solaire. Il est donc intéressant d'étudier également comment ces proportions ont évolué depuis 2005. À l'échelle de l'UE, la part des énergies renouvelables dans la consommation finale brute d'énergie a été multipliée par 1,6. Elle a été multipliée par neuf à Malte (qui partait d'un pourcentage très faible en 2005), a triplé en Bulgarie et au Royaume-Uni et au moins doublé dans sept autres pays. Elle a en revanche assez faiblement augmenté en Finlande et en Lettonie, mais ces pays se classent déjà parmi les plus performants.

Plus de moyens pour les pays disposant d'un budget modeste pour le financement de la recherche

Le septième programme-cadre (2007-2013) identifiait quatre grands objectifs articulés en programmes spécifiques axés sur la coopération, les idées, les personnes et les capacités.

- Le programme Coopération finançait des projets de recherche collaboratifs et transnationaux. Il comportait plusieurs thèmes prioritaires, notamment la santé, l'énergie et les transports ;
- Le programme Idées finançait des chercheurs et leurs équipes dans le domaine de la recherche exploratoire. Il a été mis en œuvre par le Conseil européen de la recherche (encadré 9.1) ;

Encadré 9.1 : Le Conseil européen de la recherche : premier organisme paneuropéen de financement de la recherche de pointe

Le Conseil européen de la recherche (CER) a été créé en 2007 dans le cadre du septième programme-cadre de recherche. À l'issue d'un processus concurrentiel d'évaluation par les pairs, les meilleurs chercheurs reçoivent des financements pour mener leurs projets de recherche de pointe en Europe. Le CER s'inscrit actuellement dans le premier pilier d'Horizon 2020 (à savoir, l'excellence scientifique), avec un budget de 13,1 milliards d'euros, soit 17 % du budget global du programme.

Depuis 2007, plus de 5 000 projets ont été retenus et ont bénéficié d'un financement (pour plus de 50 000 candidatures). Parmi les bénéficiaires des subventions du CER, huit sont lauréats du prix Nobel et trois ont reçu la médaille Fields. Entre 2008 et 2013, plus de 40 000 articles scientifiques mentionnant un financement du CER ont été publiés dans des revues spécialisées prestigieuses. Un tiers de l'ensemble des bénéficiaires de ces subventions ont copublié des articles classés parmi les publications les plus citées dans le monde (premier centième du total).

Il existe au sein du CER trois types de financement principaux et un régime complémentaire :

- *Les bourses Starting Grants* sont destinées aux jeunes chercheurs possédant 2 à 7 ans d'expérience depuis l'obtention de leur doctorat. D'une durée maximale de cinq ans, ces bourses sont limitées à 1,5 million d'euros, et les recherches doivent être menées dans un institut de recherche public ou privé ;
- *Les bourses Consolidator Grants* sont destinées aux chercheurs possédant 7 à 12 ans d'expérience, supervisés mais sur le point d'accéder au statut de chercheur indépendant. La durée maximale est également de cinq ans, mais avec une dotation maximale de 2 millions d'euros ;
- *Les bourses Advanced Grants* permettent à des chercheurs exceptionnels, quels que soient leur nationalité et leur âge, de mener des projets novateurs à haut risque. D'une durée maximale de cinq ans, elles sont limitées à 2,5 millions d'euros ;
- *Les bourses Proof of Concept* ont été introduites en 2011 afin d'encourager le potentiel d'innovation des idées issues des recherches financées par le CER. D'une durée maximale de 18 mois, elles sont limitées à 150 000 euros.

Les subventions du CER peuvent servir d'indicateurs de l'excellence scientifique. Suite aux appels à propositions passés entre 2007 et 2013, les bénéficiaires de ces subventions ont mené leurs recherches dans près de 600 institutions d'accueil, dans 29 pays différents (États membres de l'UE mais également pays associés au septième programme-cadre). Ils dépendent en grande majorité d'institutions d'accueil situées dans l'UE (86 %). La plupart du temps, les institutions de recherche accueillent des ressortissants du pays où elles se trouvent, à l'exception notable de la Suisse et de l'Autriche (figure 9.7). En chiffres absolus, c'est le Royaume-Uni qui accueille le plus grand nombre de bénéficiaires étrangers (426), suivi de la Suisse (237). Parmi les États membres de l'UE, la part de bénéficiaires étrangers est très faible en Grèce (3 %), en Hongrie (8 %) et en Italie (9 %). Certaines nationalités semblent privilégier l'expatriation : environ 55 % des bénéficiaires grecs, autrichiens et irlandais sont ainsi installés dans des pays étrangers. Le nombre absolu de chercheurs expatriés est particulièrement élevé pour l'Allemagne et l'Italie, qui comptent respectivement 253 et 178 ressortissants partis travailler dans des institutions d'accueil à l'étranger (CER, 2014).

- Le programme Personnes encourageait la formation, l'évolution professionnelle et la mobilité des chercheurs entre les secteurs et les pays du monde entier. Il a été mis en œuvre par le biais des actions Marie Skłodowska-Curie[12] et d'actions spécifiques de soutien aux politiques de l'Espace européen de la recherche ;

- Le programme Capacités finançait des infrastructures de recherche au profit des PME. Il portait également sur d'autres thématiques moins importantes : la science dans la société, les régions de la connaissance, le potentiel de recherche, la coopération internationale et le développement cohérent des politiques de recherche.

En décembre 2014, près de la moitié des projets de recherche du septième programme-cadre étaient terminés. Au total, 7 288 projets ont donné lieu à plus de 43 000 publications scientifiques, dont près de la moitié dans des revues prestigieuses. C'est en Allemagne et au Royaume-Uni que l'on recense le plus de candidats au financement de projets (environ 17 000 entre 2007 et 2013) ; dans des pays bien plus petits comme le Luxembourg ou Malte, ce chiffre est inférieur à 200 (tableau 9.11).

Si l'on mesure le taux de réussite (nombre de propositions retenues), on obtient un classement différent. La Belgique, la France et les Pays-Bas se distinguent alors avec un taux de réussite d'au moins 25 %. Si l'on tient compte de la taille de la population, ce sont les petits pays qui s'en sortent le mieux : la Belgique et Chypre comptent ainsi plus de 500 propositions retenues par million d'habitants.

En termes de financements, les plus grands pays ont reçu les sommes les plus importantes en termes absolus et ce sont la France, la Belgique et les Pays-Bas qui affichent les meilleurs taux de réussite. Toutefois, si l'on compare les financements du septième programme-cadre au financement de la recherche au niveau national, on observe que les subventions européennes sont relativement plus importantes pour les pays dont les niveaux de financement national sont modestes. C'est notamment le cas pour Chypre, où les financements octroyés par le programme-cadre représentaient près de 14 % des DIRD, ainsi que pour la Grèce (un peu plus de 9 %) et la Bulgarie (plus de 6 %).

12. Les actions Marie Skłodowska-Curie octroient des bourses aux chercheurs (quel que soit le stade de leur carrière) et encouragent la mobilité transnationale, intersectorielle et interdisciplinaire. Entre 2007 et 2014, plus de 32 500 chercheurs européens en ont bénéficié.

Un modèle efficace

Le CER passe généralement pour être un modèle extrêmement efficace de financement concurrentiel de la recherche. Son existence a eu un impact considérable au niveau national : depuis sa création en 2007, 11 États membres ont mis en place des conseils nationaux de la recherche (ce qui porte le total à 23). Douze États membres ont lancé des dispositifs de financement inspirés de la structure du CER : l'Allemagne, le Danemark, l'Espagne, la France, la Grèce, la Hongrie, l'Irlande, l'Italie, le Luxembourg, la Pologne, la Roumanie et la Suède.

Les appels à propositions du CER sont très concurrentiels : en 2013, le taux de réussite était d'à peine 9 % pour les bourses Starting et Consolidator Grants et de 12 % pour les bourses Advanced Grants. Dix-sept pays européens* ont donc mis en place des dispositifs de financement nationaux afin de soutenir leurs « finalistes » non retenus par le CER (CER, 2015).

* Belgique, Chypre, Espagne, Finlande, France, Grèce, Hongrie, Irlande, Italie, Luxembourg, Norvège, Pologne, République tchèque, Roumanie, Slovénie, Suède et Suisse

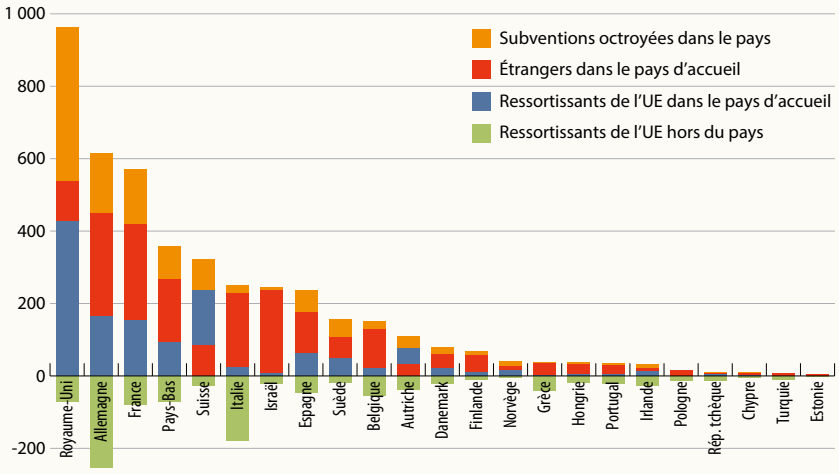
Un dispositif ouvert aux chercheurs du monde entier

Le CER est ouvert aux meilleurs chercheurs de tous horizons. Depuis 2007, il sillonne tous les continents afin de se faire connaître et de renforcer ses relations avec ses homologues à l'étranger. Il offre également aux jeunes chercheurs la possibilité de venir en Europe pour rejoindre les équipes de recherche des bénéficiaires de ses subventions, une initiative soutenue par des organismes de financement non européens. Des accords ont ainsi été conclus avec la Fondation nationale pour la science aux États-Unis (2012), le gouvernement de la République de Corée (2013), le Conseil national de la recherche scientifique et technique (CONICET) en Argentine (2015), et la Société japonaise pour la promotion de la science (2015).

Source : Informations compilées par les auteurs.

Figure 9.7 : **Subventions octroyées par le Conseil européen de la recherche, 2013**

23 principaux bénéficiaires par pays de l'institution d'accueil et origine du bénéficiaire



Source : CER (2014).

Tableau 9.11 : **Résultats des États membres de l'UE concernant les appels à propositions de recherche dans le cadre du septième programme-cadre, 2007-2013**

	Candidats dont les propositions ont été retenues					Contribution de la Commission européenne aux propositions retenues				
	Nombre total	Taux de réussite (%)	Classement	Par million d'habitants	Classement	Total (en millions d'euros)	Taux de réussite (%)	Classement	Part de la R&D (%)	Classement
Allemagne	17 242	24,1	5	210,3	16	6 967,4	23,3	4	1,4	27
Autriche	3 363	22,3	8	402,3	10	1 114,9	20,9	6	2,0	21
Belgique	5 664	26,3	1	521,0	2	1 806,3	23,8	2	3,4	9
Bulgarie	672	16,4	24	90,5	24	95,2	10,2	26	6,6	3
Chypre	443	15,0	27	542,3	1	78,9	9,7	27	13,8	1
Croatie	388	16,9	23	90,3	25	74,2	11,1	24	3,0	14
Danemark	2 672	24,2	4	483,1	4	978,2	22,5	5	2,0	22
Espagne	10 591	19,0	16	229,2	15	2 947,9	15,3	12	3,0	12
Estonie	495	20,6	12	371,6	12	90,2	16,3	10	4,7	5
Finlande	2 620	21,3	11	489,6	3	898,1	15,9	11	1,9	23
France	11 975	25,1	3	185,2	19	4 653,7	24,7	1	1,5	26
Grèce	3 535	16,4	24	317,2	13	924,0	13,2	19	9,3	2
Hongrie	1 498	20,3	13	149,8	20	278,9	15,0	14	3,4	8
Irlande	1 921	21,9	9	425,4	8	533,0	17,2	9	2,9	15
Italie	11 257	18,3	20	190,6	18	3 457,1	15,1	13	2,5	18
Lettonie	308	21,6	10	145,4	21	40,7	13,3	18	4,6	6
Lituanie	411	20,0	15	131,9	23	55,1	14,2	16	3,0	13
Luxembourg	192	18,5	18	380,8	11	39,8	13,7	17	1,0	28
Malte	183	18,9	17	442,9	7	18,6	11,0	25	5,9	4
Pays-Bas	7 823	25,5	2	472,1	5	3 152,5	23,6	3	4,0	7
Pologne	2 164	18,5	18	56,5	27	399,4	11,9	21	2,2	20
Portugal	2 188	18,1	21	207,5	17	470,9	13,1	20	2,7	16
Rép. tchèque	1 377	20,3	13	132,1	22	249,3	14,8	15	1,5	25
Roumanie	1 005	14,6	28	49,3	28	148,7	9,0	28	3,3	10
Royaume-Uni	16 716	22,6	7	267,4	14	5 984,7	19,6	8	2,6	17
Slovaquie	467	17,9	22	86,6	26	72,3	11,6	22	2,5	19
Slovénie	858	15,6	26	421,0	9	164,3	11,2	23	3,1	11
Suède	4 370	23,6	6	468,1	6	1 595,0	19,7	7	1,8	24

Source : Commission européenne (2015b).

Les fonds structurels : combler les écarts d'innovation entre les régions

À l'échelle régionale, la fracture de l'innovation reflète les clivages qui existent entre les pays. La plupart des régions classées parmi les *champions et suiveurs de l'innovation* se situent dans les pays *champions et suiveurs de l'innovation*. Certaines régions affichent néanmoins des performances supérieures à celles de l'ensemble du pays. Il s'agit généralement de régions situées autour d'une capitale et disposant d'un très bon niveau de services et d'un grand nombre d'universités. C'est le cas par exemple de la région Île-de-France, qui englobe Paris mais est elle-même entourée d'un « désert de l'innovation ». C'est également le cas d'autres capitales comme Bratislava (Slovaquie), Bucarest (Roumanie) et Lisbonne (Portugal).

Entre 2004 et 2010, près d'une région européenne sur deux est passée dans un groupe de performance supérieur ; près des deux tiers de ces régions se situaient dans des pays moins innovants. Sur le plan économique, les pays ont tiré parti du développement d'un marché intérieur unique : les fonds structurels de la Commission européenne transfèrent en effet de l'argent des régions les plus avancées aux régions les moins avancées de l'UE de façon à leur donner une impulsion supplémentaire.

Entre 2007 et 2013, 42,6 milliards d'euros de fonds structurels ont été engagés afin de réduire l'écart entre les différentes régions européennes dans le domaine de la recherche et de l'innovation, soit près de 16,3 % de l'ensemble des fonds disponibles. La majeure partie de cette somme a été versée à des régions dont le revenu par habitant était inférieur de 75 % à la moyenne de l'UE.

La Commission européenne a étudié les performances des régions dans le cadre du septième programme-cadre et leur utilisation des fonds structurels destinés à la R&D. Cette analyse (2014a) révèle que les régions ayant reçu une aide supérieure de plus de 20 % à la moyenne des financements octroyés obtiennent des performances satisfaisantes en matière d'innovation. En effet, elles sont majoritairement classées parmi les *champions*

et les suiveurs de l'innovation, notamment les capitales : le Grand Berlin (Allemagne), Bruxelles (Belgique), Londres (Royaume-Uni), Stockholm (Suède) et Vienne (Autriche). Aucune des régions classées parmi les *innovateurs modestes* n'a reçu de financements ou de fonds structurels supérieurs à la moyenne, à l'exception notable de la région autonome de Madère (Portugal). Plus de la moitié des régions qui n'ont obtenu ni financement ni fonds structurels sont classées parmi les *innovateurs modérés* ou *modestes* : ces régions ne semblent pas considérer l'innovation comme un domaine d'investissement prioritaire.

Une baisse des dépenses publiques pour la R&D liée à la défense

Comparons maintenant les priorités nationales de la recherche en 2005 et en 2013 (fin du septième programme-cadre). Les dépenses publiques de recherche peuvent être ventilées selon 14 objectifs socioéconomiques grâce aux données des crédits budgétaires publics de R&D (CBPRD). La majeure partie des dépenses publiques totales est globalement réservée au progrès général des connaissances, une catégorie qui enveloppe toute la R&D universitaire financée par des subventions générales des Ministères de l'éducation (les « fonds généraux des universités ») et des fonds provenant de sources extérieures. Il existe toutefois d'importantes variations dans la façon dont les pays classifient les dépenses consacrées à la recherche (tableau 9.12). En moyenne, 52 % des CBPRD sont consacrés au progrès général des connaissances, mais cette proportion est extrêmement variable selon les pays (à peine 23 % en Lettonie et plus de 90 % en Croatie et à Malte).

Si l'on compare les chiffres actuels avec ceux des CBPRD de 2005, présentés dans le *Rapport de l'UNESCO sur la science 2010*, on observe que dans l'ensemble, l'UE consacre moins d'argent à la recherche liée à la défense, qu'il s'agisse de recherche militaire[13] ou de R&D fondamentale, nucléaire ou spatiale financée par les Ministères de la défense. Cette diminution est flagrante dans les quatre pays qui avaient consacré le plus d'argent à la défense en 2005 (l'Espagne, la France, le Royaume-Uni et la Suède) ; elle reflète la tendance observée aux États-Unis en la matière (voir chapitre 5). Tous les pays de l'UE ont consacré moins de 10 % de leur budget à ce domaine en 2013, à l'exception du Royaume-Uni (16 %, contre 31 % en 2005).

Le recul de la recherche industrielle, reflet du déclin des activités manufacturières ?

Les investissements des États membres de l'Union européenne dans l'éducation ainsi que dans la production et la technologie industrielles ont également diminué, bien que le Luxembourg consacre bien davantage de fonds que ses partenaires à la recherche sur l'éducation. Concernant la production et la technologie industrielles, les dépenses relatives de R&D ont décliné dans la moitié des États membres, tout particulièrement en Espagne, en Grèce, au Luxembourg, au Portugal et en Slovénie. Cette tendance pourrait résulter de la part décroissante des activités manufacturières dans l'économie et de la complexité croissante de la R&D dans le secteur des services, notamment financiers.

13. Selon l'Institut international de recherche sur la paix de Stockholm, les cinq pays de l'UE ayant consacré le plus de moyens à la défense en 2014 sont la France, la Grèce et le Royaume-Uni (2,2 % du PIB), l'Estonie (2,0 %) et la Pologne (1,90 %).

Hausse des investissements dans la recherche énergétique, médicale et liée aux infrastructures

À l'inverse, les niveaux d'investissement dans les domaines de l'énergie, de la santé, des transports, des télécommunications et des autres types d'infrastructures sont en hausse. L'augmentation des dépenses consacrées à la recherche médicale a été la plus marquée en Lettonie, au Luxembourg et en Pologne. Elle répond aux préoccupations croissantes suscitées par les questions sanitaires et aux incertitudes concernant la capacité de l'UE à préserver l'accessibilité financière du système de santé pour ses sociétés vieillissantes. La progression des dépenses consacrées à la recherche énergétique est à l'image des inquiétudes accrues du grand public et des décideurs quant à la durabilité des économies modernes, une tendance par ailleurs prédite dans l'édition 2010 du *Rapport de l'UNESCO sur la science*. Au sein des grandes économies, la part des dépenses de R&D dans le domaine de l'énergie a augmenté en Allemagne, en France et au Royaume-Uni et est demeurée stable en Italie. Les dépenses relatives de R&D dans les transports, les télécommunications et les autres infrastructures sont en hausse dans près de la moitié des États membres, notamment en France, au Royaume-Uni et en Slovénie.

Recherche spatiale : un investissement stratégique

L'UE considère la recherche spatiale comme un champ d'investigation scientifique de plus en plus stratégique. Les gouvernements belge, français et italien allouent une part relativement importante de leurs enveloppes budgétaires à l'exploration et à l'exploitation de l'espace (civil). La Grèce et l'Italie en consacrent environ 5 % à l'exploration et à l'exploitation de la Terre. La recherche spatiale devrait simultanément générer des connaissances et de nouveaux produits, notamment de nouvelles technologies de lutte contre le changement climatique et d'amélioration de la sécurité, et contribuer à l'indépendance économique et politique de l'UE (Commission européenne, 2011). Grâce à l'Agence spatiale européenne, ce domaine de recherche donne l'occasion aux Européens d'œuvrer à un but commun. En novembre 2014, l'Agence a réalisé une première mondiale avec l'atterrissage réussi sur une comète de Philae, le petit robot de la sonde Rosetta, 11 ans après le lancement de la mission. L'encadré 9.2 évoque un autre produit important de la recherche spatiale européenne de ces 10 dernières années : le système de navigation Galileo.

Progression dans les nouveaux États membres

Le volume de R&D est en nette augmentation dans les 10 pays qui ont adhéré à l'Union européenne en 2004. Leur part du total des dépenses de R&D est passée de moins de 2 % en 2004 à près de 3,8 % en 2013 et leur intensité de R&D a progressé de 0,76 en 2004 à 1,19 en 2013. Bien que cette dernière demeure très inférieure à celle de l'Europe des Quinze, l'écart n'a cessé de se réduire depuis 2004 (figure 9.8).

En revanche, la situation s'est dégradée pour la Bulgarie, la Croatie et la Roumanie, qui ont rejoint l'UE en 2007 et 2013 respectivement. La contribution de ces trois pays aux DIRD de l'Europe des Vingt-Huit en 2013 a baissé par rapport à 2007 et leur intensité de R&D a chuté de 0,57 à 0,51 sur la même période. Cette médiocre performance n'est pas imputable à la crise économique

Tableau 9.12 : **Enveloppe budgétaire de la R&D dans les pays de l'Union européenne ventilée par objectifs socioéconomiques, 2013 (%)**
Les données de 2005 figurent entre parenthèses aux fins de comparaison

	Exploration et exploitation de la Terre	Environnement	Exploration et exploitation de l'espace	Transports, télécommunications et autres infrastructures	Énergie	Production industrielle et technologie	Santé	Agriculture	Éducation	Culture, loisirs, religion et médias de masse	
UE28	2,0 (1,7)	2,5 (2,7)	5,1 (4,9)	3,0 (1,7)	4,3 (2,7)	9,2 (11,0)	9,0 (7,4)	3,3 (3,5)	1,2 (3,1)	1,1	
Allemagne	1,7 (1,8)	2,8 (3,4)	4,6 (4,9)	1,5 (1,8)	5,2 (2,8)	12,6 (12,6)	5,0 (4,3)	2,8 (1,8)	1,1 (3,9)	1,2	
Autriche	1,7 (2,1)	2,4 (1,9)	0,7 (0,9)	1,1 (2,2)	2,6 (0,8)	13,3 (12,8)	4,9 (4,4)	1,7 (2,5)	1,7 (3,4)	0,3	
Belgique	0,6 (0,6)	2,2 (2,3)	8,9 (8,4)	1,7 (0,9)	1,9 (1,9)	33,5 (33,4)	2,0 (1,9)	1,3 (1,3)	0,3 (4,0)	2,1	
Bulgarie	4,3	1,5	2,0	1,1	0,2	7,8	2,0	20,0	7,3	1,1	
Chypre	0,2 (1,9)	1,0 (1,1)	0,0 (0,0)	0,7 (1,5)	0,0 (0,4)	0,0 (1,3)	3,3 (10,4)	11,6 (23,5)	4,9 (8,2)	0,9	
Croatie	0,2	0,4	0,2	0,9	0,1	0,6	0,7	0,4	0,1	0,6	
Danemark	0,4 (0,6)	1,6 (1,7)	1,3 (2,0)	0,6 (0,9)	4,0 (1,7)	7,9 (6,3)	12,6 (7,2)	3,5 (5,6)	3,9 (6,3)	1,6	
Espagne	1,7 (1,6)	3,9 (3,0)	5,0 (3,5)	3,5 (5,5)	2,3 (2,2)	6,8 (18,5)	15,5 (8,2)	6,6 (6,3)	1,0 (2,2)	0,6	
Estonie	1,0 (0,3)	5,5 (5,4)	2,8 (0,0)	6,1 (8,1)	1,4 (2,2)	10,4 (5,8)	9,0 (4,3)	9,5 (13,5)	3,5 (6,4)	4,6	
Finlande	1,3 (1,0)	1,3 (1,8)	1,6 (1,8)	1,7 (2,0)	8,4 (4,8)	20,6 (26,1)	5,3 (5,9)	4,8 (5,9)	0,1 (6,1)	0,2	
France	1,1 (0,9)	1,9 (2,7)	9,7 (9,0)	6,1 (0,6)	6,7 (4,5)	1,6 (6,2)	7,6 (6,1)	2,0 (2,3)	6,6 (0,4)	6,6	
Grèce	4,7 (3,4)	2,0 (3,6)	1,4 (1,6)	4,1 (2,2)	2,4 (2,1)	2,1 (9,0)	8,0 (7,0)	3,3 (5,4)	0,5 (5,3)	19,0	
Hongrie	1,8 (2,9)	2,6 (9,7)	0,5 (2,3)	6,7 (2,1)	6,8 (10,4)	14,2 (19,6)	10,3 (13,1)	8,2 (16,4)	0,6 (9,1)	2,2	
Irlande	0,4 (2,4)	1,2 (0,8)	2,4 (1,5)	0,5 (0,0)	0,5 (0,0)	22,3 (14,2)	5,7 (5,3)	13,4 (8,9)	2,9 (2,4)	0,0	
Italie	5,5 (2,9)	2,7 (2,7)	8,7 (8,0)	1,2 (1,0)	3,8 (4,0)	11,7 (12,9)	9,6 (9,9)	3,4 (3,4)	3,9 (5,3)	0,9	
Lettonie	0,5 (0,6)	10,4 (0,6)	0,8 (1,1)	4,9 (2,3)	6,7 (1,7)	16,0 (5,1)	15,4 (4,0)	16,3 (7,3)	2,2 (1,7)	1,7	
Lituanie	3,0 (2,6)	0,2 (6,8)	0,0 (0,0)	0,0 (1,8)	4,6 (3,4)	5,4 (6,0)	4,7 (12,4)	5,3 (17,5)	0,6 (20,1)	2,1	
Luxembourg	0,5 (0,5)	3,2 (3,1)	0,4 (0,0)	1,0 (3,4)	1,6 (0,6)	13,2 (21,0)	18,3 (7,8)	0,5 (1,8)	11,6 (16,4)	0,4	
Malte	0,2 (0,0)	0,1 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,2 (0,1)	0,4 (0,0)	0,6 (0,0)	3,8 (5,6)	0,1 (6,9)	0,0	
Pays-Bas	0,5 (0,3)	0,7 (1,2)	3,5 (2,5)	2,6 (3,6)	2,1 (2,2)	8,8 (11,5)	4,9 (3,8)	3,1 (6,1)	0,5 (2,1)	0,5	
Pologne	3,4 (1,8)	5,9 (2,4)	2,4 (0,0)	6,6 (1,2)	2,2 (0,9)	11,1 (5,9)	14,8 (1,9)	4,9 (1,3)	4,3 (0,9)	0,8	
Portugal	1,9 (1,6)	3,4 (3,5)	0,7 (0,2)	4,0 (4,5)	2,2 (0,9)	6,9 (15,1)	11,5 (7,6)	3,6 (9,9)	2,9 (3,4)	3,0	
Rép. tchèque	1,8 (2,3)	2,0 (2,9)	1,9 (0,8)	4,3 (4,1)	3,2 (2,4)	14,6 (11,9)	6,4 (6,8)	3,8 (5,0)	1,2 (2,8)	1,7	
Roumanie	3,7 (1,2)	7,4 (2,1)	1,8 (2,4)	3,7 (3,4)	3,7 (0,9)	12,9 (10,7)	2,8 (4,4)	4,9 (4,3)	4,7 (0,3)	0,4	
Royaume-Uni	3,1 (2,3)	2,8 (1,8)	3,3 (2,0)	3,4 (1,1)	2,5 (0,4)	3,4 (1,7)	21,1 (14,7)	4,0 (3,3)	0,4 (3,5)	1,8	
Slovaquie	1,7 (0,6)	2,7 (3,3)	0,6 (0,0)	1,6 (1,0)	1,0 (11,5)	7,4 (0,0)	7,9 (1,6)	4,2 (5,0)	2,9 (3,6)	3,1	
Slovénie	1,2 (0,4)	3,1 (3,1)	0,5 (0,0)	3,3 (0,8)	2,9 (0,5)	15,2 (22,6)	7,3 (2,0)	4,0 (3,2)	1,2 (2,7)	1,8	
Suède	0,4 (0,7)	2,1 (2,2)	1,9 (1,2)	5,0 (3,8)	4,0 (2,3)	2,6 (5,4)	1,7 (1,0)	1,5 (2,2)	0,2 (5,0)	0,1	

Remarque : Il est impossible de comparer directement les données de 2005 et de 2013 de tous les objectifs car la classification a été révisée en 2007. La catégorie Structures et relations sociales a été ventilée entre Éducation, Culture, loisirs, religion et médias de masse ; les catégories Systèmes, structures et processus politiques et sociaux et Autre recherche civile ont été réparties entre l'ensemble des autres objectifs socioéconomiques à l'exception de Défense.
En outre, pour certains pays, la catégorisation des dépenses relevant du Progrès général des connaissances a beaucoup évolué entre 2005 et 2013.

qui sévit depuis 2008 car la performance des 10 autres nouveaux adhérents s'est améliorée même pendant les années de crise.

La production scientifique des 13 nouveaux États membres a progressé, y compris par rapport à leur nombre d'habitants. La part des publications de l'Europe des Vingt-Huit en provenance des 10 pays qui ont adhéré à l'UE en 2004 est passée de 8,0 % en 2004 à 9,6 % en 2014 (figure 9.9) et celle des trois derniers nouveaux venus a grimpé de 1,9 % en 2007 à 2,1 % en 2014. La productivité scientifique des 10 pays qui ont adhéré en 2004 a progressé : d'environ 405 publications par million d'habitants en 2004, elle en atteignait environ 705 en 2014, soit une hausse de 74 % (deux fois plus que la hausse de 36,8 % observée dans l'Europe des Quinze sur la même période). En Bulgarie, en Croatie et en Roumanie, la productivité scientifique a augmenté de 48 % entre 2007 et 2014.

La qualité des publications scientifiques produites par ces 13 pays s'est également améliorée. La part des 10 pays qui ont adhéré en 2004 dans les 10 % de publications les plus citées est passée de 6,3 % en 2004 à 8,5 % en 2012. Cette progression a néanmoins été plus lente que dans l'Europe des Quinze. La performance de la Bulgarie, de la Croatie et de la Roumanie a égalé celle des 10 autres nouveaux adhérents, puisque leur part dans les 10 % de publications les plus citées a grimpé de 6,3 % en 2007 à 8,2 % en 2012.

	Systèmes, structure et processus politiques et sociaux	Progrès général des connaissances : part de la R&D financée par des fonds généraux des universités (FGU)	Progrès général des connaissances : R&D financée par d'autres sources que les FGU	Défense	Total des enveloppes consacrées à la R&D (millions d'euros)
	2,8	34,6 (31,4)	17,3 (15,1)	4,6 (13,3)	92 094
	1,8	40,0 (40,6)	17,1 (16,3)	3,7 (5,8)	25 371
	1,2	56,1 (55,0)	12,3 (13,1)	0,0 (0,0)	2 589
	3,2	17,1 (17,8)	25,1 (24,2)	0,2 (0,3)	2 523
	1,7	9,1	40,5	1,4	102
	0,0	40,1 (28,7)	37,3 (22,9)	0,0 (0,0)	60
	0,7	64,1	31,0	0,0	269
	2,6	47,8 (45,3)	11,8 (20,6)	0,3 (0,7)	2 612
	1,0	29,4 (17,8)	21,3 (11,0)	1,4 (16,4)	5 682
	2,0	0,0 (0,0)	43,8 (49,2)	0,5 (1,0)	154
	4,7	28,4 (26,1)	19,5 (15,2)	1,9 (3,3)	2 018
	5,1	25,3 (24,8)	19,8 (17,8)	6,3 (22,3)	14 981
	2,6	41,3 (42,2)	8,1 (17,0)	0,4 (0,5)	859
	1,4	9,3 (9,1)	35,4 (5,0)	0,2 (0,1)	663
	1,0	17,8 (64,3)	31,9 (0,1)	0,0 (0,0)	733
	5,7	39,4 (40,3)	2,6 (5,8)	0,8 (3,6)	8 444
	0,9	0,0 (74,6)	22,9 (0,0)	1,2 (0,0)	32
	1,4	50,9 (0,0)	21,6 (0,0)	0,1 (0,2)	126
	13,4	11,2 (16,4)	24,7 (25,6)	0,0 (0,0)	310
	0,1	94,4 (89,9)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	22
	2,3	52,4 (49,0)	16,9 (10,8)	1,2 (2,2)	4 794
	0,7	1,6 (5,3)	36,2 (76,9)	5,2 (1,3)	1 438
	2,4	40,2 (38,8)	17,2 (10,4)	0,2 (0,6)	1 579
	1,4	22,9 (25,4)	33,4 (27,3)	1,5 (2,5)	1 028
	2,4	0,0 (0,0)	50,0 (40,9)	1,4 (1,7)	297
	1,5	23,6 (21,7)	13,3 (16,0)	15,9 (31,0)	11 305
	1,7	48,2 (25,6)	15,6 (35,9)	1,4 (8,3)	289
	2,2	0,3 (0,0)	56,4 (59,7)	0,7 (4,9)	175
	2,4	49,9 (46,1)	22,0 (12,7)	4,0 (17,4)	3 640

Source : Eurostat, juin 2015. Pour les données de 2005 entre parenthèses : données Eurostat citées dans le *Rapport de l'UNESCO sur la science 2010.*

Jumeler les institutions pour rattraper le retard en matière de recherche

Dans le cadre du programme Horizon 2020, l'Union européenne a lancé en 2013 la constitution d'équipes (« Teaming ») qui vise à rattraper le retard en matière de recherche des derniers adhérents à l'UE et de certains pays extérieurs à l'UE. Des universités et d'autres instituts de recherche de ces pays peuvent déposer auprès de l'Agence exécutive pour la recherche une demande de financement par voie de concours des projets menés en partenariat avec des institutions de réputation internationale du continent européen.

Début 2015, une première liste de 31 projets avait été sélectionnée (sur 169 propositions) totalisant un financement de 500 000 euros. L'un d'entre eux porte sur le développement du Centre d'excellence de Wroclaw spécialisé dans les nouveaux matériaux, la nanophotonique, les technologies de fabrication additive au laser et de nouveaux systèmes d'organisation de la gestion. Dans le cadre de ce projet, l'Université de technologie de Wroclaw et le Centre national polonais de recherche et développement collaborent avec deux institutions allemandes : l'Institut Fraunhofer de technique des matériaux et des rayons et l'Université de Würzburg.

Programmes au bénéfice mutuel de l'Union européenne et de ses partenaires

L'Union européenne invite des pays extérieurs, y compris en développement, à participer à ses programmes-cadres, dans certains cas par le biais d'accords d'association. Concernant Horizon 2020, c'est le cas de l'Islande, de la Norvège et de la Suisse (voir chapitre 11), d'Israël (voir chapitre 16) et de pays à divers stades des négociations relatives à leur future adhésion à l'UE tels que plusieurs pays d'Europe du Sud-Est (voir chapitre 10) ainsi que la Moldavie et la Turquie (voir chapitre 12). Suite à l'accord d'association conclu avec l'UE en 2014, l'Ukraine est également devenue officiellement partenaire d'Horizon 2020 (voir chapitre 12). Compte tenu du résultat défavorable à l'immigration du référendum d'initiative populaire de 2014, qui va à l'encontre de la libre circulation des personnes, l'un des principes clés de l'UE, la Suisse pourrait quitter Horizon 2020 après 2016 (voir chapitre 11).

D'autres États, notamment un grand nombre de pays en développement, sont en principe automatiquement en droit de soumettre des propositions de recherche par le biais des programmes d'Horizon 2020. L'association aux programmes-cadres de l'UE peut contribuer de manière significative au volume de recherche du pays partenaire et l'aider à établir des liens avec des réseaux d'excellence internationaux. L'UE, quant à elle, a amplement profité du talent scientifique des nations de l'ancien bloc soviétique et d'ailleurs (par exemple, Israël) par le biais de ses programmes-cadres.

Des centres de recherche et des universités russes participent au programme Horizon 2020 au sein de consortiums internationaux (voir chapitre 13). En outre, en 2014, au pic des tensions suscitées par la situation en Ukraine, la Commission européenne et le gouvernement russe ont prorogé de cinq ans l'Accord de coopération scientifique et technologique. La feuille de route de la création de l'Espace commun UE-Russie pour la recherche et l'éducation est également en cours de mise en œuvre. Elle vise, *entre autres*, la montée en puissance de la collaboration en matière de recherche et de technologies spatiales.

Depuis la signature de l'Accord de coopération scientifique et technologique sino-européen de 1999, la Chine coopère de manière extensive avec l'UE. Les relations se sont resserrées notamment depuis la création en 2003 d'un partenariat stratégique global. Pendant le septième programme-cadre, la Chine est arrivée en troisième position derrière les États-Unis d'Amérique et la Fédération de Russie en termes de nombre d'organisations participantes (383) et de projets de recherche collaborative (274), notamment dans les domaines de la santé, de l'environnement, des transports, des TIC et de la bioéconomie (Commission européenne, 2014b).

Encadré 9.2 : **Galileo : le futur rival du GPS**

Le système de navigation européen Galileo s'annonce comme un rival potentiel sérieux du système mondial de géolocalisation américain (GPS). Équipé des meilleures horloges atomiques jamais utilisées pour la navigation, sa précision atteindra une seconde tous les trois millions d'années. Son orbite plus inclinée lui assurera une couverture plus vaste que le GPS, notamment au-dessus de l'Europe du Nord.

Autre différence entre le GPS et Galileo : ce dernier est un projet civil alors que le GPS a été conçu par le Ministère américain de la défense, puis adapté à l'usage civil au vu des retombées commerciales potentielles et de la perspective du développement de systèmes concurrents.

Une fois opérationnel, Galileo facilitera non seulement le trafic routier, maritime et aérien, mais aussi le développement de services du type commerce en ligne et applications pour téléphones mobiles. Les scientifiques pourront également s'en servir pour étudier l'atmosphère et gérer l'environnement. En 2014, un article publié dans la revue *Science* a rapporté qu'un système GPS avait détecté dans l'ouest des États-Unis une élévation de terrain résultant d'une période prolongée de sécheresse dans la région. Les systèmes de navigation par satellite pourraient donc permettre de déceler partout dans le monde les variations des nappes phréatiques. Galileo devrait pouvoir proposer ce type de services lorsque les 10 premiers de ses 22 satellites auront été placés en orbite, en alternance par le lanceur russe Soyouz et la fusée européenne Ariane 5.

Le 22 août 2014, les satellites 5 et 6 lancés par Soyouz au départ de la Guyane française ont terminé leur course sur une orbite elliptique située à 17 000 km au-dessus de la Terre au lieu de l'orbite circulaire prévue à 23 000 km. L'enquête a montré que le carburant avait gelé à l'étage supérieur du Soyouz.

Depuis son lancement en 1999, le projet s'est heurté à de multiples problèmes. Son utilité même a été un sujet de discorde entre les pays européens. Les uns jugeaient Galileo superflu compte tenu de l'existence du GPS, les autres mettaient en avant les avantages pour l'Europe d'un système de navigation indépendant.

En 2004, la signature d'un accord avec les États-Unis a garanti la compatibilité des deux systèmes, mais les coûts de Galileo n'ont pas tardé à grimper en flèche : initialement chiffrés à 3,3 milliards d'euros, ils atteignaient 5,5 milliards en 2014. Cette inflation sonna le glas du partenariat public-privé initial, financé aux deux-tiers par le secteur privé. En 2007, le projet était transféré à l'Agence spatiale européenne et a pris un nouveau départ. Mais OHB, la société allemande chargée de construire les 22 satellites, s'est avérée incapable de respecter les délais de livraison. L'Agence spatiale européenne a été alors contrainte d'appeler à l'aide deux concurrents d'OHB, Airbus et la société française Thales. Au bout du compte, le lancement des satellites 5 et 6 s'est trouvé repoussé d'une année, jusqu'en août 2014. Si tout se déroule comme prévu, tous les satellites restants auront été déployés d'ici 2017.

Dans l'intervalle, d'autres pays ont donné le coup d'envoi de leurs propres programmes : le système de navigation russe Glonasa, le système chinois Beidou, le système QZSS japonais et le projet indien INRSS.

Source : Adapté de Gallois (2014).

L'importance de la coopération avec la Chine est d'ordre qualitatif, car de nombreux projets portent sur des technologies de pointe telles que des méthodes propres et efficaces de capture du carbone. Cette coopération, qui facilite le rapprochement des vues entre chercheurs d'horizons différents, a également eu des retombées positives dans d'autres régions et des domaines interdisciplinaires complexes tels que le projet Faire progresser la couverture de santé universelle en Asie qui s'est déroulé entre 2009 et 2013[14]. L'UE et la Chine coopèrent également au sein d'Euratom[15] dans le cadre de son programme sur la fission et la construction du réacteur expérimental thermonucléaire international en France qui vise à faire progresser la recherche en matière de fusion nucléaire[16]. Entre 2007 et 2013, près de 4 000 chercheurs chinois ont bénéficié d'un financement par le biais des actions Marie Skłodowska-Curie (Commission européenne, 2014b).

L'UE souhaite que la Chine demeure un partenaire de premier plan d'Horizon 2020, même si elle ne peut plus prétendre à un financement de la Commission européenne. Les participants européens et chinois devront donc mobiliser eux-mêmes le financement de leurs propositions de projets communes. Le programme de travail initial (2014-2015) au titre d'Horizon 2020 portera probablement sur l'alimentation, l'agriculture et la biotechnologie, l'eau, l'énergie, les TIC, la nanotechnologie, l'espace et la recherche polaire[17]. La coopération de la Chine avec le programme de travail d'Euratom sur des sujets liés à la fusion et à la fission devrait également se poursuivre.

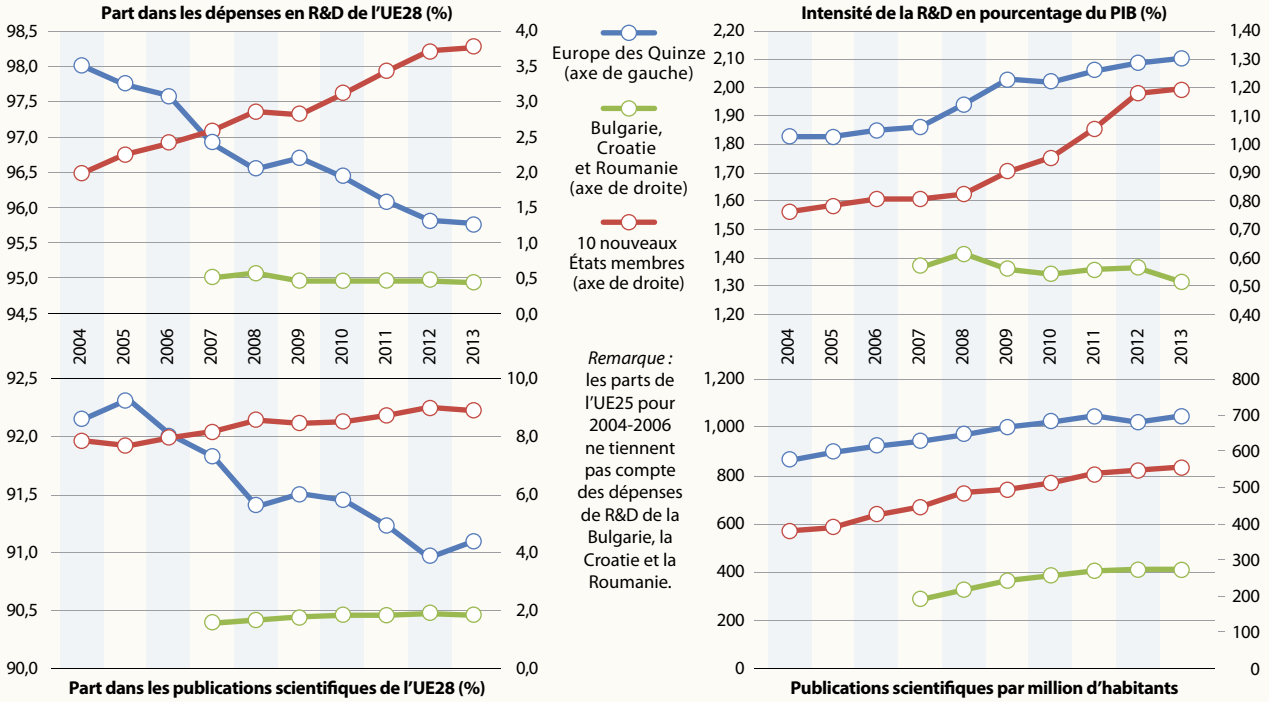
14. Voir http://ec.europa.eu/research/infocentre/all_headlines_en.cfm.

15. La Communauté européenne de l'énergie atomique (Euratom) a été fondée en 1957 dans le but de créer un marché commun de l'énergie nucléaire en Europe afin d'assurer la fourniture régulière et équitable d'énergie nucléaire aux utilisateurs de l'Union.

16. Pour en savoir plus, voir le *Rapport de l'UNESCO sur la science* 2010, p. 158.

17. Voir https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/horizon-2020-whats-it-china.

Figure 9.8 : **Adoption d'activités de STI par les nouveaux adhérents à l'UE, 2004-2013**



Source : Graphiques du haut : Eurostat, janvier 2015 ; graphiques du bas : calculés par Science-Metrix à partir des données de la plate-forme de recherche Web of Science de Thomson Reuters.

Encadrée à l'origine par l'*Accord de Cotonou* (2000) couvrant les pays d'Afrique subsaharienne, des Caraïbes et du Pacifique, à l'exception de l'Afrique du Sud, la coopération de l'UE avec l'Afrique prend de plus en plus souvent la forme de partenariats avec les cadres de coopération africains, notamment l'Union africaine, et s'inscrit également dans la stratégie commune UE-Afrique adoptée par les chefs d'État africains et européens lors du Sommet de Lisbonne de 2007[18].

L'initiative ERAfrica (2010-2014) financée par le septième programme-cadre a permis aux pays européens et africains de lancer des appels à propositions conjoints dans trois domaines thématiques : énergies renouvelables, « interfacing challenges » et nouvelles idées. Dix-sept projets de recherche collaborative ont ainsi bénéficié d'un soutien de 8,3 millions d'euros. Parallèlement, le Réseau pour la coordination et la promotion de la coopération entre l'Afrique subsaharienne et l'Union européenne en sciences et technologies Plus (CAAST-Net Plus, 2013-2016) auquel participent 26 instituts de recherche sur les deux continents, axe ses travaux sur la sécurité alimentaire, le changement climatique et la santé[19].

L'Afrique du Sud est le seul pays africain à participer au programme Erawatch de l'Union européenne. Elle a déposé près de 1 000 demandes de financement de projets de recherche au titre du septième programme-cadre. Une sur quatre a été acceptée, pour un montant total de plus de 735 millions d'euros selon le rapport *Erawatch 2012* qui lui est consacré.

Les pays africains devraient participer à Horizon 2020 par le biais de dispositifs similaires à ceux du septième programme-cadre. À la mi-2015, des institutions de 16 pays africains avaient, selon les informations disponibles, obtenu 5 millions d'euros d'Horizon 2020 répartis entre 37 subventions différentes, majoritairement liées au changement climatique et à la recherche médicale. Cependant, la participation de l'Afrique à Horizon 2020 demeure très inférieure aux attentes (et inférieure à sa participation au septième programme-cadre). L'UE explique cette situation par la nécessité de mettre en place des coordinateurs nationaux dans davantage de pays africains et d'augmenter leur capacité par le biais de projets d'appui menés sous son égide[20]. Entre 2008 et 2014, plusieurs pays de l'UE figuraient parmi les collaborateurs les plus proches des scientifiques africains (voir figures 18.6, 19.8 et 20.6).

18. http://ec.europa.eu/research/iscp/index.cfm?lg=en&pg=africa#policydialogue.

19. http://www.caast-net-plus.org.

20. Voir Ralphs, G., (2015) African participation drops in Horizon 2020, *Research*, 18 mai : www.researchresearch.com.

Figure 9.9 : **Tendances en matière de publications scientifiques dans l'Union européenne, 2005-2014**

La hausse est en général plus forte chez les nouveaux adhérents, mais l'Autriche, le Danemark et le Portugal ont également beaucoup progressé

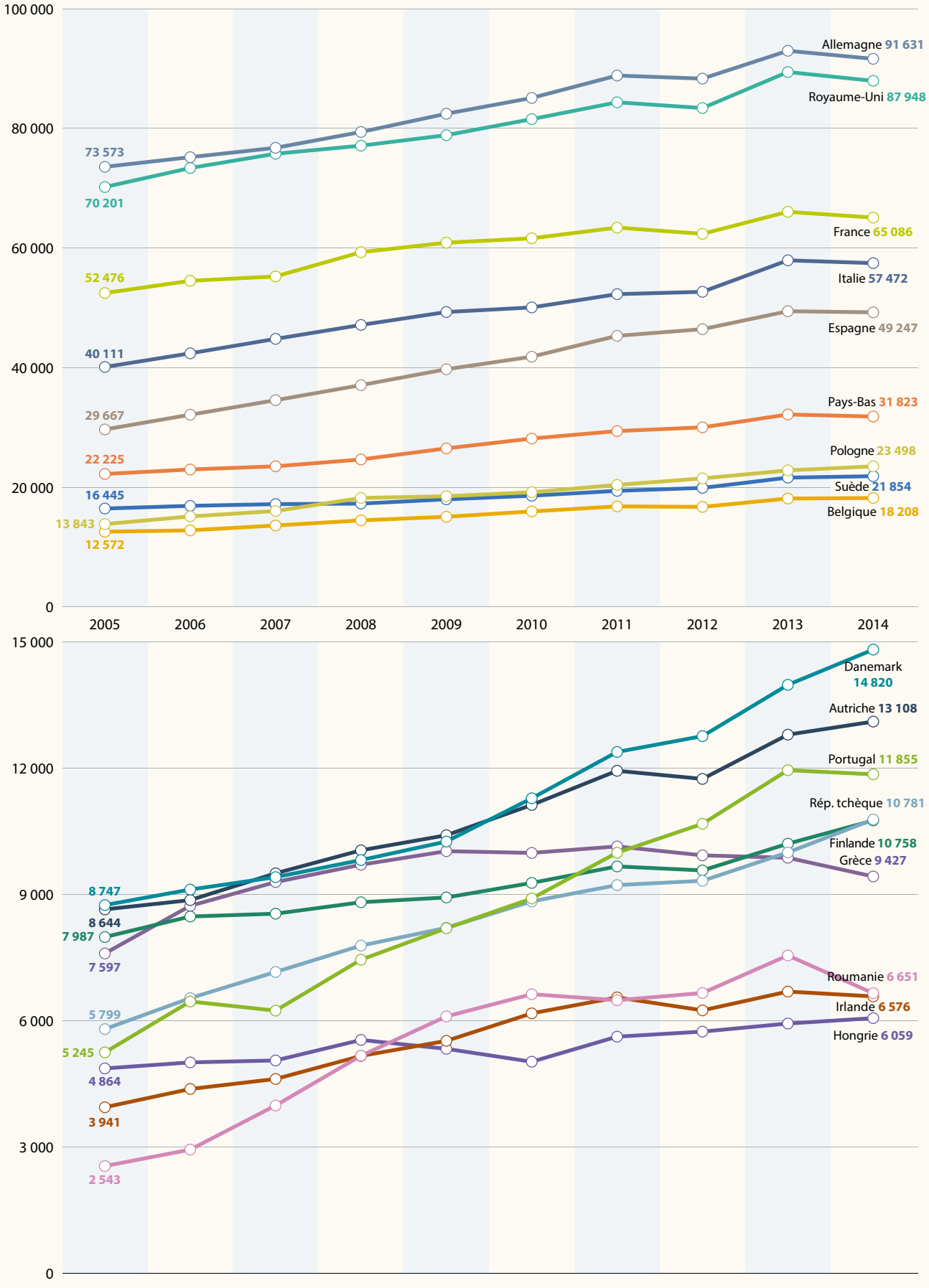
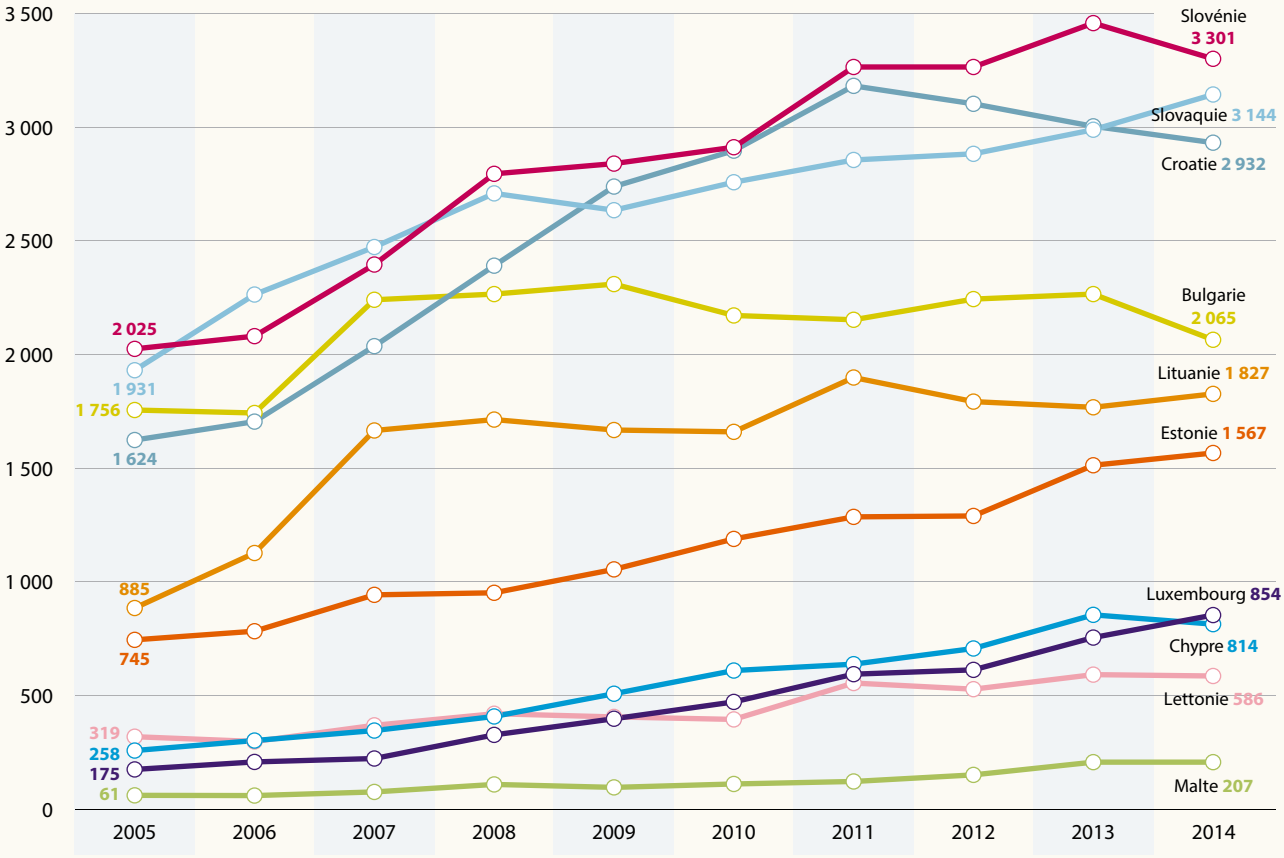


Figure 9.9 *(suite)*



Avec une part de 34 % des publications mondiales en 2014, l'UE demeure le plus vaste bloc en termes de publication absolue

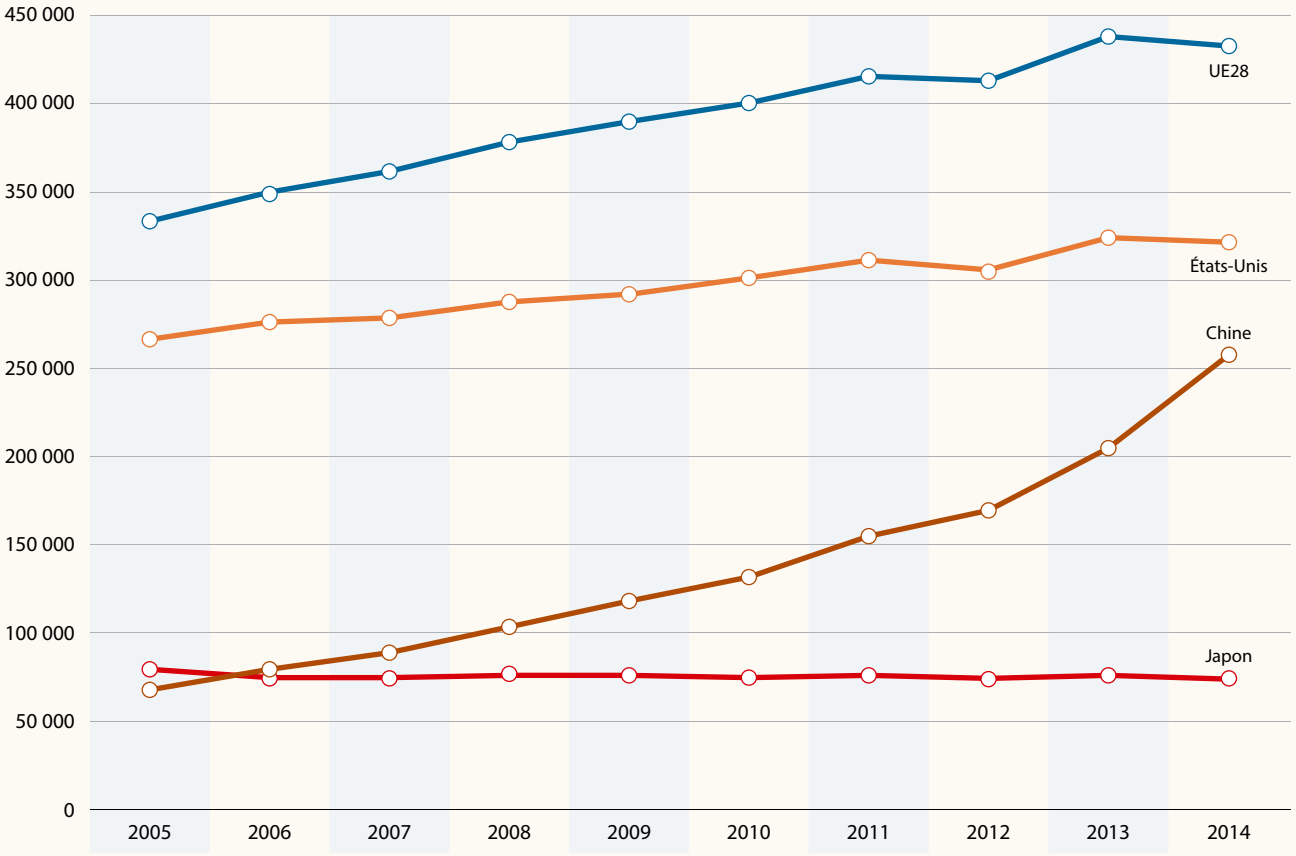
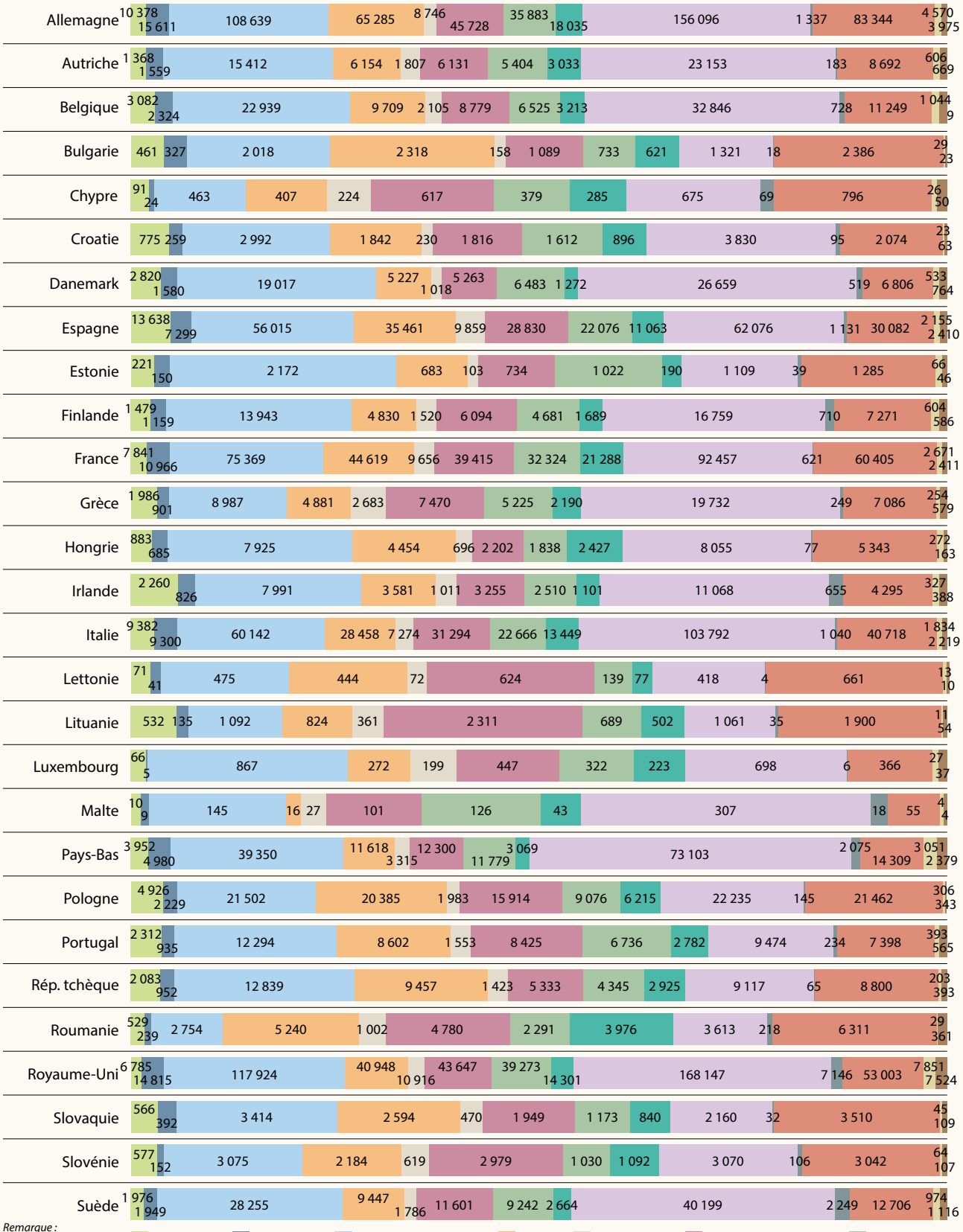


Figure 9.10 : **Profil des publications dans l'Union européenne, 2008-2014**

Les sciences de la vie prédominent, mais la base de recherche couvre aussi la chimie, la physique, l'ingénierie et les géosciences. Les auteurs français représentent un cinquième de la production scientifique de l'UE dans le domaine des mathématiques. Les auteurs britanniques représentent un tiers de la production scientifique de l'UE dans le domaine de la psychologie et des sciences sociales.

Totaux cumulés par discipline, 2008-2014

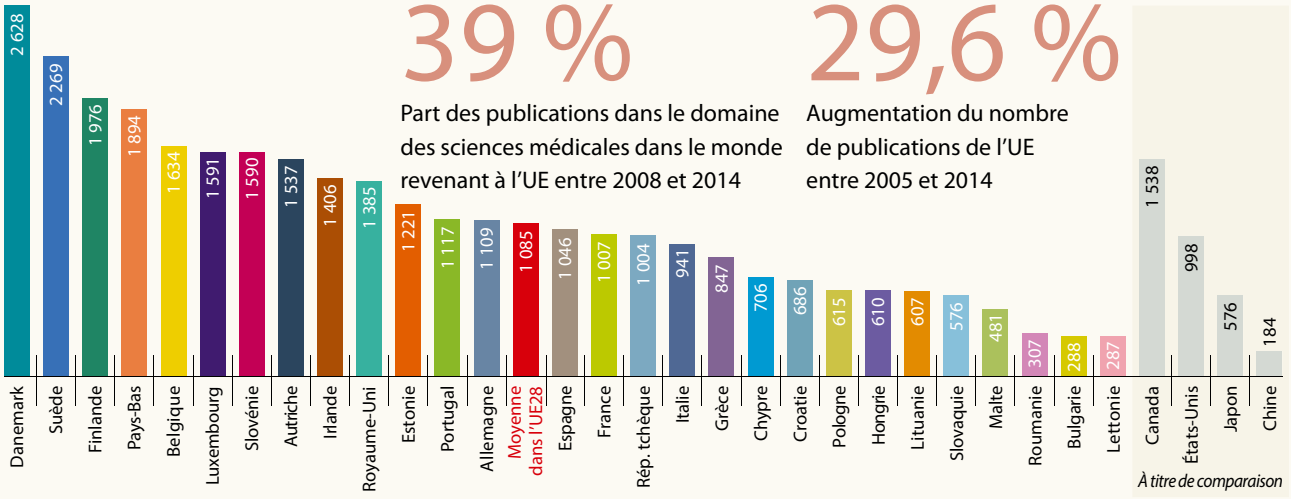


Remarque :
Les 286 742 articles non indexés sont exclus des totaux.

Figure 9.11 : **Performance des publications dans l'Union européenne, 2008-2014**

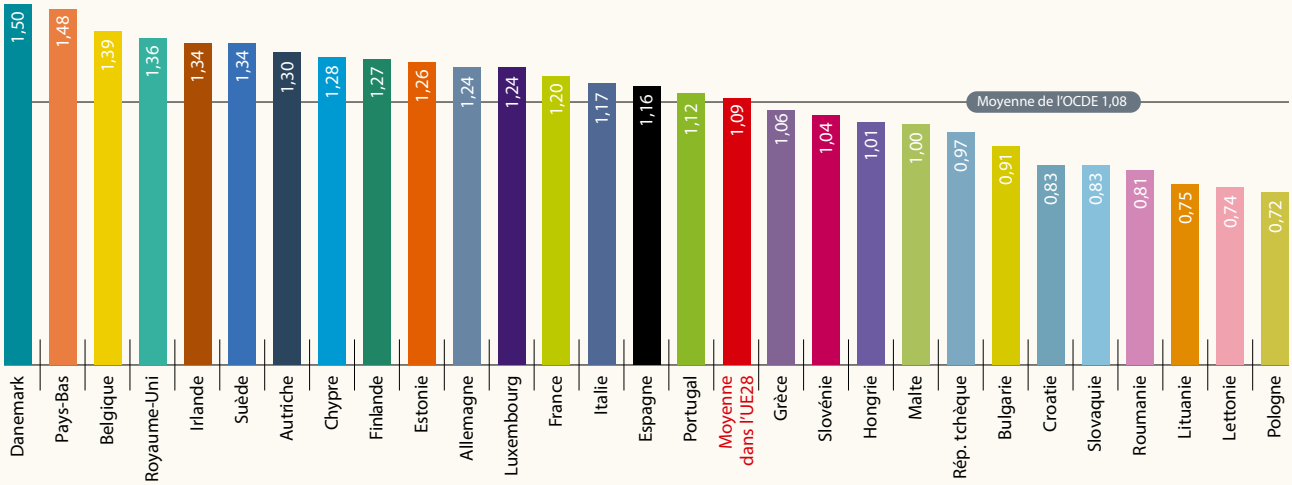
Les pays nordiques membres de l'UE présentent les intensités de publication les plus élevées

Nombre de publications par million d'habitants en 2014



Le Royaume-Uni a le taux moyen de citation le plus élevé des grands États membres, suivi par l'Allemagne

Taux moyen de citation des publications, 2008-2012



Les Pays-Bas arrivent en tête des pays de l'UE s'agissant de la qualité. Chypre et l'Estonie l'imitent chez les nouveaux adhérents

Part des 10 % de publications les plus citées, 2008-2012

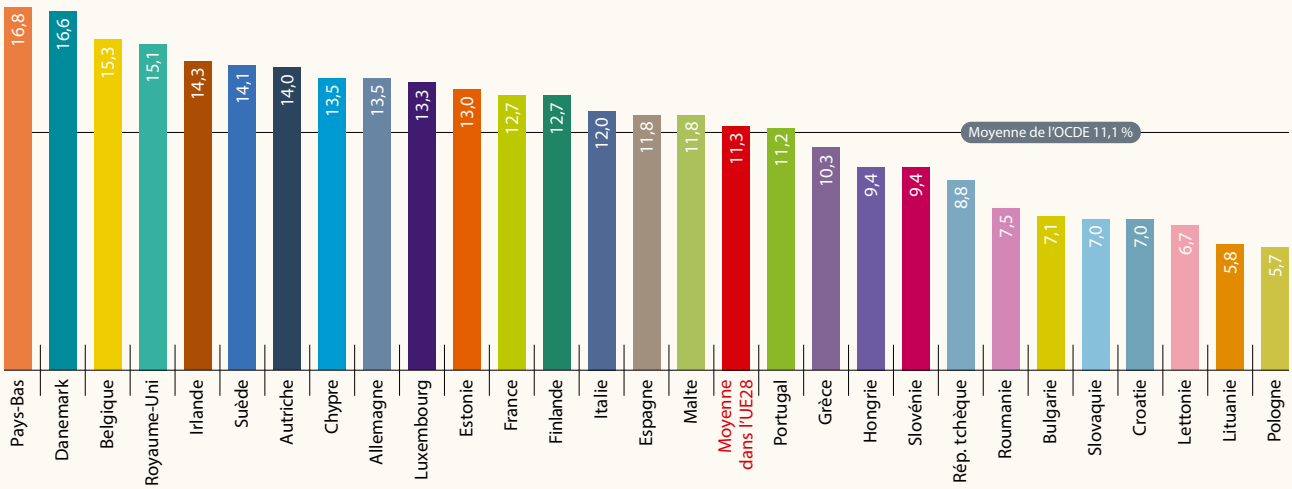
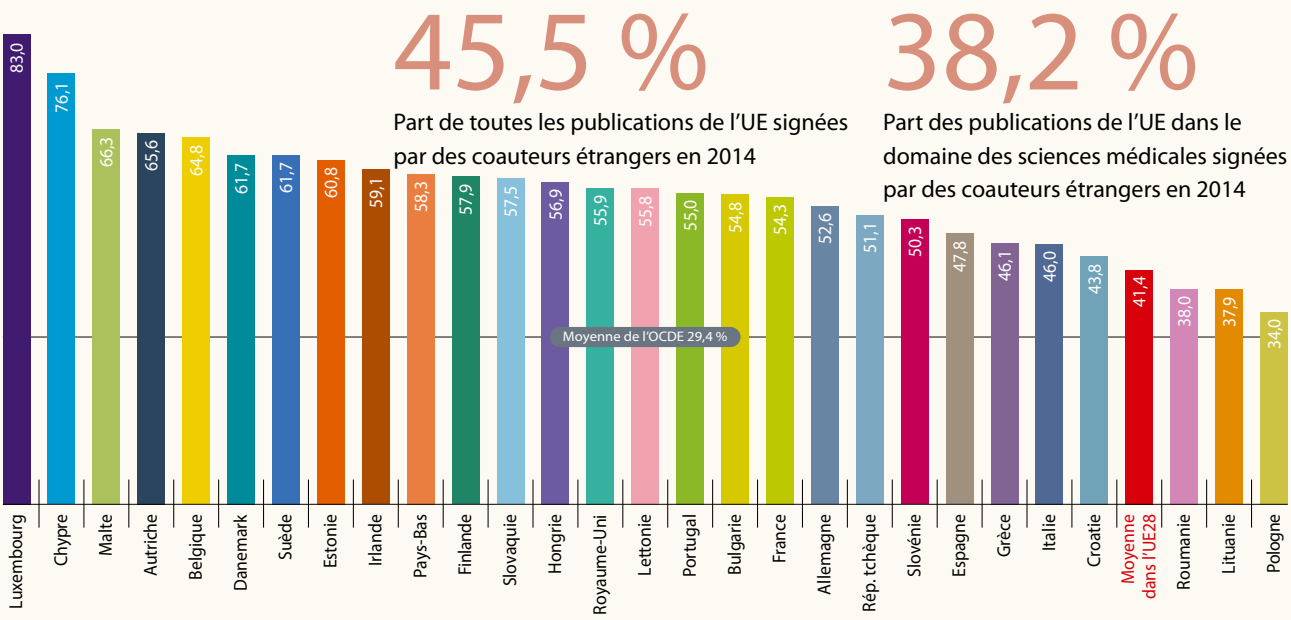


Figure 9.11 *(suite)*

Tous les membres de l'UE dépassent de loin l'intensité moyenne de coopération internationale de l'OCDE

Part des publications signées par des coauteurs étrangers, 2008-2014



Les États-Unis sont le premier partenaire de 14 États membres, notamment des 6 plus peuplés

Principaux partenaires étrangers, 2008-2014 (nombre de publications)

	1er partenaire	2e partenaire	3e partenaire	4e partenaire	5e partenaire
Allemagne	États-Unis (94 322)	Royaume-Uni (54 779)	France (42 178)	Suisse (34 164)	Italie (33 279)
Autriche	Allemagne (21 483)	États-Unis (13 783)	Royaume-Uni (8 978)	Italie (7 678)	France (7 425)
Belgique	États-Unis (18 047)	France (17 743)	Royaume-Uni (15 109)	Allemagne (14 718)	Pays-Bas (14 307)
Bulgarie	Allemagne (2 632)	États-Unis (1 614)	Italie (1 566)	France (1 505)	Royaume-Uni (1 396)
Chypre	Grèce (1 426)	États-Unis (1 170)	Royaume-Uni (1 065)	Allemagne (829)	Italie (776)
Croatie	Allemagne (2 383)	États-Unis (2 349)	Italie (1 900)	Royaume-Uni (1 771)	France (1 573)
Danemark	États-Unis (15 933)	Royaume-Uni (12 176)	Allemagne (11 359)	Suède (8 906)	France (6 978)
Espagne	États-Unis (39 380)	Royaume-Uni (28 979)	Allemagne (26 056)	France (25 977)	Italie (24 571)
Estonie	Finlande (1 488)	Royaume-Uni (1 390)	Allemagne (1 368)	États-Unis (1 336)	Suède (1 065)
Finlande	États-Unis (10 756)	Royaume-Uni (8 507)	Allemagne (8 167)	Suède (7 244)	France (5 109)
France	États-Unis (62 636)	Allemagne (42 178)	Royaume-Uni (40 595)	Italie (32 099)	Espagne (25 977)
Grèce	États-Unis (10 374)	Royaume-Uni (8 905)	Allemagne (7 438)	Italie (6 184)	France (5 861)
Hongrie	États-Unis (6 367)	Allemagne (6 099)	Royaume-Uni (4 312)	France (3 740)	Italie (3 588)
Irlande	Royaume-Uni (9 735)	États-Unis (7 426)	Allemagne (4 580)	France (3 541)	Italie (2 751)
Italie	États-Unis (53 913)	Royaume-Uni (34 639)	Allemagne (33 279)	France (32 099)	Espagne (24 571)
Lettonie	Allemagne (500)	États-Unis (301)	Lituanie (298)	Féd. de Russie (292)	Royaume-Uni (289)
Lituanie	Allemagne (1 214)	États-Unis (1 065)	Royaume-Uni (982)	France (950)	Pologne (927)
Luxembourg	France (969)	Allemagne (870)	Belgique (495)	Royaume-Uni (488)	États-Unis (470)
Malte	Royaume-Uni (318)	Italie (197)	France (126)	Allemagne (120)	États-Unis (109)
Pays-Bas	États-Unis (36 295)	Allemagne (29 922)	Royaume-Uni (29 606)	France (17 549)	Italie (15 190)
Pologne	États-Unis (13 207)	Allemagne (12 591)	Royaume-Uni (8 872)	France (8 795)	Italie (6 944)
Portugal	Espagne (10 019)	États-Unis (8 107)	Royaume-Uni (7 524)	France (6 054)	Allemagne (5 798)
Rép. tchèque	Allemagne (8 265)	États-Unis (7 908)	France (5 884)	Royaume-Uni (5 775)	Italie (4 456)
Roumanie	France (4 424)	Allemagne (3 876)	États-Unis (3 533)	Italie (3 268)	Royaume-Uni (2 530)
Royaume-Uni	États-Unis (100 537)	Allemagne (54 779)	France (40 595)	Italie (34 639)	Pays-Bas (29 606)
Slovaquie	Rép. tchèque (3 732)	Allemagne (2 719)	États-Unis (2 249)	Royaume-Uni (1 750)	France (1 744)
Slovénie	États-Unis (2 479)	Allemagne (2 315)	Italie (2 195)	Royaume-Uni (1 889)	France (1 666)
Suède	États-Unis (24 023)	Royaume-Uni (17 928)	Allemagne (16 731)	France (10 561)	Italie (9 371)

Source : Plate-forme de recherche Web of Science de Thomson Reuters, Science Citation Index Expanded, traitement des données par Science-Metrix.

PROFILS DE PAYS

Compte tenu de la taille de l'Union européenne, les profils ci-après sont succincts et limités aux pays comptant plus de 10 millions d'habitants. De plus, la Commission européenne publie régulièrement des profils détaillés des États membres dans le cadre de sa collection Erawatch. Le profil de la Croatie et de la Slovénie fait l'objet du chapitre 10.

ALLEMAGNE



Numériser l'industrie : une priorité

L'Allemagne est la plus grande économie de l'Union européenne et aussi la plus peuplée. Les activités manufacturières constituent l'un de ses points forts, notamment dans les secteurs des moyennes et hautes technologies tels que l'automobile, les machines-outils et les produits chimiques. Cependant, sa position dominante dans des activités de haute technologie telles que les produits pharmaceutiques et l'optique s'est érodée au fil du temps. Le Ministère fédéral de l'éducation et de la recherche a élaboré une *Stratégie en matière de hautes technologies* afin d'améliorer la coopération entre les scientifiques et les industriels et de préserver la compétitivité du pays sur les marchés internationaux. Lancée en 2006 et révisée en 2010, cette stratégie est axée sur des projets de pointe portés par des partenariats public-privé, notamment dans le but de traiter des problèmes sociétaux tels que la santé, la nutrition, la sécurité climatique et énergétique, la communication et la mobilité. Depuis 2011, la numérisation de l'industrie constitue un élément central de la *Stratégie en matière de hautes technologies* (encadré 9.3).

Dans le cadre du *Pacte pour la recherche et l'innovation* introduit en 2005, le gouvernement fédéral et les régions (*Länder*) ont convenu d'augmenter régulièrement leur financement conjoint des principaux instituts de recherche publics tels que la société Fraunhofer ou la société Max Planck. En 2009, il a été convenu de faire passer le taux de croissance annuel du financement institutionnel de 3 à 5 % pour la période 2011-2015 afin de donner un coup de pouce supplémentaire à la production des instituts de recherche publics allemands. De plus, le Programme central d'innovation à l'intention des PME lancé en 2008 finance plus de 5 000 projets par an.

FAIR : un pôle majeur de recherche fondamentale en physique

L'Allemagne va abriter l'un des plus grands centres au monde de recherche fondamentale en physique, le Centre de recherche sur les antiprotons et les ions (FAIR). La construction de l'accélérateur de particules en cours à Darmstadt devrait être terminée en 2018. Près de 3 000 scientifiques de plus de 50 pays collaborent à la conception du projet afin de réduire les coûts et d'élargir les champs d'expertise. Outre l'Allemagne, le projet compte sept partenaires européens (Finlande, France, Pologne, Roumanie, Royaume-Uni, Slovénie et Suède) ainsi que l'Inde et la Fédération de Russie. L'Allemagne et le land de Hesse financent l'essentiel du budget, le solde étant à la charge des partenaires internationaux.

Encadré 9.3 : Stratégie de l'Allemagne pour sa quatrième révolution industrielle

Pour sa quatrième révolution industrielle, baptisée Industrie 4.0, le gouvernement allemand a adopté une approche résolument visionnaire : implanter l'internet des objets et des services dans l'industrie. La société de conseil Accenture estime que cette stratégie devrait apporter 700 milliards d'euros à l'économie allemande d'ici 2030.

Depuis 2011, la stratégie de l'Allemagne en matière de hautes technologies est fortement axée sur Industrie 4.0. Le plan du gouvernement nourrit un double objectif. Si le pays devient un fournisseur majeur de technologies de fabrication intelligentes telles que les systèmes cyberphysiques, la fabrication de machines-outils et d'installations industrielles fera un grand bond en avant, de même que les secteurs de l'automatisation et des logiciels. Les pouvoirs publics misent sur le succès de la stratégie Industrie 4.0 pour aider l'industrie manufacturière allemande à conserver sa position dominante sur les marchés mondiaux.

Sur la base d'une recherche documentaire, Hermann *et al.,* (2015) définissent ainsi les six principes qui sous-tendent Industrie 4.0 : interopérabilité (entre les systèmes cyberphysiques et les opérateurs humains), virtualisation (permettant aux systèmes cyberphysiques de surveiller la production), décentralisation (prise de décisions autonome par les systèmes cyberphysiques), capacités en temps réel (d'analyse des données de production), accent sur les services (en interne, mais aussi proposition de produits personnalisés) et modularité (adaptation à l'évolution des besoins).

Outre la modernisation de l'industrie, la personnalisation de la production et la génération de produits intelligents, Industrie 4.0 améliorera des aspects tels que l'efficacité des ressources et de l'énergie et l'évolution démographique, tout en insistant sur l'amélioration de l'équilibre entre vie professionnelle et vie privée, selon Kagermann *et al.,* (2013). Certains syndicats craignent cependant la précarisation accrue des emplois (travail indépendant sur le nuage, par exemple), ainsi que des pertes d'emplois.

Une nouvelle plateforme Industrie 4.0 baptisée Made in Germany a été lancée en avril 2015. Elle est gérée par le gouvernement fédéral (Ministères des affaires économiques et de la recherche), des entreprises, des associations professionnelles, des instituts de recherche (notamment les instituts Fraunhofer) et des syndicats.

voir page suivante

Encadré 9.3 : **Stratégie de l'Allemagne pour sa quatrième révolution industrielle *(suite)***

Bien que certaines technologies prônées par Industrie 4.0 se concrétisent, comme en témoigne l'existence de quelques usines intelligentes telles que celle de Siemens, la recherche est encore loin d'être terminée.

Selon les recommandations émises en 2013 par le groupe de travail Industrie 4.0, les principaux domaines de recherche de la stratégie allemande sont les suivants (Kagermann *et al.*, 2013) :

- Normalisation et architecture de référence ;
- Gestion de systèmes complexes ;
- Infrastructure à large bande complète pour l'industrie ;
- Sûreté et sécurité ;
- Organisation et conception des tâches ;
- Formation et développement professionnel continu ;
- Cadre réglementaire ;
- Efficacité des ressources.

Depuis 2012, le Ministère allemand de l'éducation et de la recherche a consacré plus de 120 millions d'euros au financement de projets Industrie 4.0. En outre, le Ministère des affaires économiques et de l'énergie verse actuellement près de 100 millions d'euros aux programmes Autonomics for Industry 4.0 et Smart Service World.

La stratégie Industrie 4.0 met fortement l'accent sur les PME. Bien qu'Industrie 4.0 soit sur presque toutes les lèvres dans le secteur industriel allemand, les PME ne sont souvent pas préparées aux changements structurels qu'implique cette stratégie, soit parce qu'elles ne disposent pas du personnel spécialisé nécessaire, soit parce qu'elles hésitent à se lancer dans un changement technologique majeur.

Le gouvernement espère surmonter certains obstacles grâce à des applications pilotes, à des exemples de bonnes pratiques, à l'élargissement de l'infrastructure à large bande offrant un accès au haut débit, et à la formation. La sécurité des données et la création d'un marché unique du numérique en Europe constituent d'autres défis majeurs.

Les concurrents de l'Allemagne ont eux aussi investi dans la recherche en matière de numérisation de l'industrie ces dernières années : Partenariat pour un secteur manufacturier de pointe aux États-Unis (voir chapitre 5), Centre pour l'Internet des objets en Chine ou Pôle d'innovation sur les systèmes cyberphysiques en Inde, par exemple. Selon Kagermann *et al.* (2013), ces travaux n'ont peut-être pas une visée aussi stratégique que ceux engagés en Allemagne.

L'UE a également financé la recherche en ce domaine par le biais de son septième programme-cadre (partenariat public-privé Usines du Futur, par exemple), et continue dans cette voie avec le huitième, baptisé Horizon 2020.

Le projet français Industrie du Futur a en outre été conçu en partenariat avec le projet Industrie 4.0 de son voisin allemand dans le but de développer des projets communs.

Voir également : plattform-i40.de ; www.euractiv.com/sections/innovation-enterprise ; www.euractiv.com/sections/industrial-policy-europe.

Principaux objectifs du gouvernement de coalition

L'accord de coalition signé par les Conservateurs et les Socio-démocrates trois mois après l'élection fédérale de septembre 2013 fixe les objectifs suivants, entre autres :

- Augmentation des DIRD à 3 % du PIB d'ici la fin de la législature (2,9 % en 2013) ;
- Hausse de la part des énergies renouvelables à 55-60 % du bouquet énergétique d'ici 2035 ;
- Réduction des émissions nationales de gaz à effet de serre d'au moins 40 % d'ici à 2020 par rapport aux niveaux de 1990 ;
- Fin de l'abandon progressif du nucléaire d'ici 2022 (décidé en 2012 après la catastrophe de Fukushima) ;
- Mise en place d'un salaire horaire minimum national de 8,50 euros (11,55 dollars É.-U.) en 2015, l'industrie ayant la possibilité de négocier des exceptions jusqu'en 2017 ;
- Introduction d'un quota de 30 % de femmes au conseil d'administration des entreprises.

BELGIQUE



Forte hausse de l'intensité de R&D

La Belgique possède un système de recherche de grande qualité. La nécessité d'encourager une compétitivité fondée sur l'innovation fait l'objet d'un consensus général. La forte augmentation des dépenses de R&D des secteurs public et privé depuis 2005 place la Belgique parmi les leaders européens en matière d'intensité de R&D (2,3 % du PIB en 2013).

La responsabilité de la recherche et de l'innovation relève principalement des régions et des communautés. Le rôle du gouvernement fédéral se limite à fournir des incitations fiscales et à financer des domaines spécifiques comme la recherche spatiale.

La Belgique a connu une période d'instabilité politique entre 2007 et 2011, la communauté flamande néerlandophone prônant la dévolution du pouvoir aux régions alors que la communauté wallonne francophone préférait le maintien du

statu quo. L'élection d'un nouveau gouvernement fédéral en décembre 2011 a mis un terme à cette impasse politique avec un accord sur la scission de la région Bruxelles-Hal-Vilvorde et l'adoption de politiques visant à contrecarrer le ralentissement économique du pays.

Dans la région néerlandophone des Flandres, la politique en matière de science et d'innovation se concentre sur six domaines thématiques axés sur des problèmes sociétaux. La région francophone de Wallonie privilégie une approche par groupes sectoriels, qui comprend le lancement de plates-formes d'innovation intersectorielles et de nouveaux outils ciblant les PME. La région francophone de Bruxelles, qui abrite également la Commission européenne, a adopté une approche de spécialisation intelligente.

ESPAGNE



Exploiter au maximum les investissements

En Espagne, les investissements dans la R&D ont souffert de l'impact de la crise économique. Les contraintes budgétaires ont entraîné une baisse des dépenses publiques de R&D à partir de 2011 et les dépenses de R&D des entreprises ont commencé à décliner dès 2008.

Pour atténuer l'impact de cet assèchement financier, le gouvernement a pris plusieurs mesures visant à améliorer l'efficacité des investissements dans la R&D. La loi pour la science, la technologie et l'innovation adoptée en 2011 simplifie l'octroi du financement concurrentiel de la recherche et de l'innovation. L'idée derrière ce dispositif est qu'une réforme juridique attirera les chercheurs étrangers en Espagne et stimulera la mobilité des chercheurs entre les secteurs public et privé. La *Stratégie espagnole pour la science, la technologie et l'innovation* et le *Plan de l'État pour la recherche et l'innovation scientifiques et techniques* adoptés en 2013 reposent sur le même raisonnement.

De nouvelles politiques facilitent le transfert de technologies du secteur public au secteur privé afin de promouvoir la R&D des entreprises. 2013 a vu le lancement de plusieurs programmes visant à financer le risque et les fonds propres des sociétés innovantes, tel le fonds d'investissement European Angels Fund (*Fondo Isabel La Católica*) qui fournit des capitaux aux investisseurs providentiels.

FRANCE



Vers l'Industrie du Futur

En dépit d'un capital scientifique conséquent, le niveau de la R&D menée par les entreprises en France est inférieur à celui de pays similaires. Le gouvernement estime[21] que la « désindustrialisation » de la dernière décennie a coûté au pays 750 000 emplois et 6 % du PIB produit par l'industrie.

La France a considérablement réformé son système de recherche et d'innovation ces dernières années. Sous la présidence de Nicolas Sarkozy (2007-2012), le système existant de crédits d'impôt accordés aux entreprises engagées dans des activités de recherche a été recalculé sur la base du volume de dépenses consacrées à la recherche plutôt que sur la taille de l'augmentation de ces dépenses au cours des deux années précédentes. De ce fait, les entreprises se sont vu octroyer un abattement d'environ 30 % sur les 100 premiers millions d'euros investis dans la recherche et de 5 % au-delà. Entre 2008 et 2011, 19 700 entreprises ont bénéficié de cet abattement, soit deux fois plus qu'auparavant. En 2015, le coût de ce dispositif avait décuplé par rapport à 2003 (environ 6 milliards d'euros). En 2013, un rapport de la Cour des comptes, le contrôleur des finances publiques françaises, a remis en cause l'efficacité d'une mesure de plus en plus onéreuse, tout en reconnaissant qu'elle avait contribué à préserver des emplois dans les activités d'innovation et de recherche pendant la crise de 2008-2009. D'aucuns ont également suggéré que les crédits d'impôt profitaient davantage aux grandes entreprises qu'aux PME. En septembre 2014, le Président Hollande a affirmé son intention de conserver l'abattement fiscal, jugé donner une image positive de la France à l'étranger (Alet, 2015).

Une nouvelle donne pour l'innovation

Depuis l'élection du Président Hollande en mai 2012, le gouvernement a orienté sa politique industrielle vers le soutien du développement économique et de la création d'emplois dans un contexte de chômage toujours élevé (10,3 % en 2013), notamment chez les jeunes (24,8 % en 2013). Au total, 34 plans industriels sectoriels dotés, résolument axés sur l'innovation, ont été lancés ainsi qu'une *Nouvelle donne pour l'innovation* conçue pour « promouvoir l'innovation pour tous » et comprenant 40 mesures visant à encourager l'innovation dans les marchés publics, l'entrepreneuriat et la mise à disposition de capital-risque.

En avril 2015, le gouvernement annonçait son projet Industrie du Futur, qui donne le coup d'envoi de la seconde phase de Nouvelle France industrielle, une initiative visant à moderniser l'infrastructure industrielle et à entrer de plain-pied dans l'économie numérique afin d'abattre les barrières entre les services et l'industrie. Le projet Industrie du futur s'articule autour de neuf solutions industrielles prioritaires : nouvelles ressources, ville durable, mobilité écologique, transports de demain, médecine du futur, économie des données, objets intelligents, confiance numérique et alimentation intelligente.

Un premier appel à propositions de projets dans des domaines de pointe (impression 3D, réalité augmentée, objets connectés, etc.) devrait être lancé en septembre 2015. Les entreprises qui se moderniseront bénéficieront de baisses d'impôt et de prêts à des taux avantageux. Le projet Industrie du Futur a été conçu en partenariat avec le projet Industrie 4.0 de l'Allemagne (encadré 9.3). Cette dernière sera donc un partenaire clé et les deux pays prévoient de développer des projets communs.

21. Voir www.gouvernement.fr/action/la-nouvelle-france-industrielle.

GRÈCE



Aligner la recherche sur les défis sociétaux

La faible intensité de R&D (0,78 % en 2013) de la Grèce par rapport aux normes européennes, en dépit d'une modeste progression ces dernières années, est peut-être liée à ses difficultés économiques (elle a perdu environ un quart de son PIB en six années de récession). Les problèmes structurels de l'économie grecque, qui ont entraîné une série de crises financières et de la dette au cours des cinq dernières années, ont affaibli encore plus le système d'innovation et le capital scientifique du pays. La Grèce obtient des résultats médiocres en matière d'innovation technologique et exporte peu de produits de haute technologie. Le secteur commercial n'exploite quasiment pas les résultats de la recherche, les entreprises engagées dans des activités de recherche ne bénéficient d'aucun cadre juridique intégré et l'articulation entre la politique de recherche et les autres stratégies laisse à désirer.

Depuis 2010, le programme d'ajustement économique de la Grèce s'est centré sur des réformes structurelles afin de renforcer la résilience de l'économie nationale face aux chocs futurs. Ces réformes visent à encourager la croissance en renforçant la compétitivité et en stimulant les exportations, par exemple.

Depuis 2013, le Secrétariat général pour la recherche et la technologie a entamé une réforme ambitieuse du système d'innovation grec. Les mesures annoncées comprennent la mise en œuvre de la *Stratégie nationale de recherche, de développement technologique et d'innovation 2014-2020,* qui met l'accent sur le développement de l'infrastructure de recherche et l'amélioration de l'efficacité des centres de recherche en alignant leur mandat sur les problèmes sociétaux que rencontre la Grèce. Entre 2014 et 2020, le pays devrait bénéficier d'un financement considérable en faveur de la recherche et de l'innovation dans le cadre de la politique de cohésion de l'UE.

ITALIE



Priorité aux partenariats et au transfert de connaissances

L'Italie consacre à la R&D une part de PIB inférieure à celle de nombre de ses grands voisins (1,3 % du PIB en 2013). Il lui est donc difficile d'améliorer l'efficacité de son système de recherche et de réduire sa spécialisation dans des secteurs de basse technologie.

En 2013, le Ministère de l'éducation, de l'université et de la recherche a publié un document stratégique intitulé *Horizon 2020 Italia* afin de dynamiser le système d'innovation italien en alignant les programmes de recherche nationaux sur les programmes européens et en réformant la gouvernance du système de recherche, par exemple grâce à de nouvelles procédures concurrentielles, à des mécanismes d'évaluation et à la mesure de l'impact des financements publics. L'année suivante, le gouvernement a lancé le Programme national de recherche 2014-2020, qui envisage de renforcer le système de recherche italien en encourageant les partenariats public-privé, le transfert de connaissances et l'amélioration des conditions de travail des chercheurs.

L'innovation dans les entreprises est étayée par de nouveaux cadres juridiques pour les start-up innovantes et par la simplification de l'accès au financement des PME. Les start-up innovantes :

- Sont exemptées des frais de création d'entreprise ;
- Jouissent de 12 mois de plus que les autres sociétés pour combler leurs pertes ;
- Sont autorisées à recourir au financement participatif pour augmenter leur capital ;
- Peuvent accéder plus facilement au financement des pouvoirs publics (Fonds central de garantie pour les petites et moyennes entreprises) ;
- Bénéficient de dispositions spéciales en matière de code du travail qui ne les contraignent pas à justifier le recours aux contrats à durée déterminée ;
- Bénéficient de plusieurs incitations fiscales telles que la possibilité, pour les particuliers qui investissent dans des start-up, d'obtenir un crédit d'impôt égal à 10 % de la somme investie, plafonnée à 500 000 euros[22].

PAYS-BAS



Améliorer la coordination public-privé

Les Pays-Bas sont très performants en matière de science et d'innovation. S'agissant de sa quantité et de sa qualité, leur production scientifique compte parmi les plus élevées de l'UE par rapport au nombre d'habitants. Les dépenses de R&D demeurent faibles (2,0 % du PIB en 2013) par rapport aux autres États membres plus avancés, mais sont en hausse (1,7 % du PIB en 2009).

La politique des Pays-Bas en matière d'innovation consiste à mettre en place un environnement favorable pour toutes les entreprises et à dispenser un appui ciblé à neuf secteurs porteurs. Lancée en 2011, cette approche aide les entreprises, le gouvernement et les instituts de recherche à coordonner leurs activités (OCDE, 2014). Ces neuf secteurs sont l'agriculture et l'alimentaire, l'horticulture et les matériaux de propagation, les systèmes et les matériaux de haute technologie, l'énergie, la logistique, l'industrie créative, les sciences de la vie, les produits chimiques et l'eau. À eux tous, ils représentent plus de 80 % de la R&D des entreprises. Sur la période 2013-2016, ils devraient générer plus de 1 milliard d'euros (OCDE , 2014).

22. Voir Latham et Watkins (2012) *Boosting Innovative Start-ups in Italy: the New Framework.* Alerte client n° 1442.

POLOGNE



Vers un financement concurrentiel de la recherche

Pour la Pologne, les avantages de l'adhésion à l'Union européenne ont été les plus manifestes en 2004-2008. En effet, pendant cette période, le risque commercial a baissé, le pays est devenu plus attractif pour les investisseurs, sa crédibilité financière s'est améliorée et les obstacles aux flux de capitaux ont été éliminés. La Pologne a profité de ces quelques années pour moderniser son économie, en partie en investissant dans une éducation de meilleure qualité (Ministère polonais des affaires économiques, 2014, p. 60).

Lorsque la crise économique s'est élargie de 2009 à 2013, le flux des investissements vers la Pologne et la consommation des particuliers ont ralenti, mais sans répercussions importantes sur l'économie, pour plusieurs raisons. D'une part, le pays avait utilisé les fonds structurels de l'UE pour développer son infrastructure. D'autre part, son économie, moins ouverte que celle de la plupart des autres pays, a été moins exposée aux turbulences internationales. De plus, les investissements étrangers visaient davantage la modernisation du secteur industriel que le secteur des services, ce qui n'était pas le cas dans la plupart des autres pays. La Pologne affichait également de faibles niveaux de dette privée et publique au début de la crise. Enfin, et ce n'est pas le moins important, elle bénéficie d'un taux de change souple (Ministère polonais des affaires économiques, 2014, p. 61-62).

Les dépenses de R&D sont en hausse constante depuis 2007. L'intensité de R&D de la Pologne demeure néanmoins très inférieure à la moyenne de l'UE (0,9 % du PIB en 2013) et moins de la moitié des DIRD est générée par le secteur commercial. La nécessité de rendre ses entreprises plus innovantes et de renforcer la coopération entre les scientifiques et les industriels constitue un problème de longue date pour le pays. Parmi les politiques envisagées ces dernières années pour faire face à cette situation, plusieurs réformes majeures des systèmes scientifiques et universitaires menées en 2010-2011 ont mis l'accent sur le financement par appels d'offres concurrentiels et sur la multiplication des partenariats public-privé. En 2020, l'octroi de la moitié du budget national consacré à la science devrait passer par un financement concurrentiel.

Plus récemment, la *Stratégie pour l'innovation et l'efficacité de l'économie à l'horizon 2020* vise à stimuler la recherche et l'innovation dans le secteur privé. Parallèlement, le Programme de développement des entreprises prévoit, entre autres, la mise en place d'incitations fiscales pour les entreprises innovantes. Le Programme opérationnel de croissance intelligente adopté en 2014 mettra en œuvre le Programme de développement des entreprises avec allocation d'un budget de 8,6 millions d'euros à la R&D axée sur le développement de l'innovation en interne et le financement de la R&D des entreprises.

Un projet mis en œuvre depuis 2013 par le Centre national de la recherche et développement a mis en avant le rôle des marchés publics dans le soutien de l'innovation. Il a sélectionné 30 « courtiers de l'innovation » qui seront chargés de la commercialisation de la recherche et de la création d'entreprises par essaimage.

PORTUGAL



Transfert de technologies en vue d'une spécialisation intelligente

Au cours des 10 dernières années, le Portugal a globalement bénéficié d'un consensus politique en matière de recherche et d'innovation et maintenu le cap de sa stratégie. Il a mis l'accent sur l'expansion du système d'innovation national, l'augmentation des investissements publics et privés dans la recherche et la formation d'un plus grand nombre de chercheurs.

L'influence de la récession économique sur cette dynamique n'a été que modérée. Le Portugal demeure néanmoins en dessous de la moyenne de l'UE en termes de partenariats public-privé, de transfert de connaissances et d'emploi dans les industries à forte concentration de savoirs. Les faibles capacités internes des PME en matière de technologies, d'organisation et de commercialisation constituent l'un des principaux problèmes.

En 2013, le gouvernement a adopté une nouvelle *Stratégie de spécialisation intelligente* et analysé les forces et les faiblesses du système d'innovation national. Cela l'a conduit à réviser les réglementations régissant le financement des instituts de recherche et à réorienter le financement indirect de la R&D vers la coopération internationale. Cette dernière réforme garantira l'autonomie de l'agence portugaise en charge de l'innovation. Elle a déjà donné lieu à une évaluation de la stratégie nationale de groupes sectoriels (appui à 19 groupes sectoriels identifiés), à la création de nouveaux organes consultatifs et au lancement d'un Programme pour la recherche appliquée et le transfert de technologies aux entreprises.

RÉPUBLIQUE TCHÈQUE



Réformer pour développer l'innovation

La République tchèque se caractérise par la forte présence de filiales de sociétés étrangères engagées dans des activités de R&D. Cependant, la coopération et le transfert de connaissances entre les cercles scientifiques et le secteur privé laissent à désirer. La faiblesse de la base nationale de R&D privée qui en a résulté explique l'engagement moyen du pays en faveur de la R&D par rapport aux normes européennes (1,9 % du PIB en 2013).

Depuis 2007, le gouvernement s'est efforcé de réformer le système d'innovation national à l'aide de deux instruments : la *Politique nationale pour la recherche, le développement et l'innovation* (2009-2015) et la *Stratégie nationale d'innovation* (2011). Ces textes portent sur le développement des infrastructures, l'appui aux entreprises innovantes et la création de partenariats public-privé. Les fonds structurels de l'UE ont également soutenu cette réforme de la recherche publique. La gouvernance du système d'innovation tchèque demeure très complexe, mais le Conseil pour la recherche, le développement et l'innovation du nouveau gouvernement contribuera à l'amélioration de la coordination.

ROUMANIE



Faire passer la R&D des entreprises à 1 % du PIB d'ici 2020

Le système d'innovation de la Roumanie repose principalement sur le secteur public : seuls 30 % de la R&D du pays sont assurés par le secteur commercial. La production scientifique de la Roumanie compte parmi les plus faibles de l'UE mais s'est beaucoup améliorée au cours des cinq dernières années. La *Stratégie nationale de recherche et d'innovation 2007-2013* a encouragé les scientifiques roumains à publier dans les revues internationales, augmenté la part du financement concurrentiel, incité à la coopération public-privé en subventionnant les projets conduits avec des partenaires industriels et promu l'innovation dans le secteur des entreprises grâce à des bons à l'innovation et à des incitations fiscales.

La nouvelle *Stratégie nationale de recherche et d'innovation 2014-2020*, actuellement axée sur la recherche et ses infrastructures, devrait se réorienter vers les activités innovantes. Elle devrait comprendre des mesures supplémentaires visant à orienter la recherche vers des buts pratiques en développant un partenariat pour l'innovation, qui devrait faire passer les dépenses de R&D des entreprises à 1 % du PIB d'ici à 2020.

ROYAUME-UNI DE GRANDE-BRETAGNE ET D'IRLANDE DU NORD



Priorité à l'investissement dans l'innovation

Réputé pour son solide capital scientifique et son abondant vivier de professionnels de haut niveau, le Royaume-Uni attire les talents du monde entier. Le secteur des affaires est passé maître dans la création d'actifs incorporels et le pays dispose d'un vaste secteur des services, notamment financiers.

Les politiques visent à renforcer les capacités nationales en matière d'innovation et de commercialisation des nouvelles technologies. En 2013, la recherche et l'innovation ont rejoint la liste des domaines d'investissement prioritaires détaillés dans le *Plan national pour les infrastructures*.

En 2012, la décision du gouvernement de coordonner à l'échelon national l'ensemble des programmes de recherche et d'innovation ainsi que leur financement a entraîné la dissolution des agences régionales de développement. La gestion nationale des politiques en matière de science et d'innovation est confiée au Ministère en charge du secteur privé, de l'innovation et des compétences, qui parraine les sept conseils britanniques de la recherche, le Conseil de financement de l'éducation supérieure pour l'Angleterre (HEFCE) et le Conseil stratégique sur les technologies.

Le financement de la recherche peut prendre deux formes : financement concurrentiel ou axé sur les projets octroyé par les conseils de la recherche du pays aux chercheurs des universités et des instituts de recherche publics, ou bien financement par l'HEFCE en Angleterre et par ses homologues écossais, gallois et d'Irlande du Nord. Les subventions annuelles de l'HEFCE sont destinées aux activités de recherche, au transfert de connaissances et au développement des infrastructures. Pour y prétendre, les travaux des institutions doivent respecter des critères minimums de qualité. L'HEFCE ne préconise pas les modalités d'emploi de ses subventions.

Le Conseil stratégique sur les technologies est chargé du financement de l'innovation et du développement technologique dans le secteur des entreprises, ainsi que de divers programmes à visée innovante tels que l'octroi de crédits d'impôt pour financer la R&D des entreprises. Les dépenses admissibles ouvrent droit à un abattement de 125 % sur l'impôt sur les sociétés pour les PME et de 30 % pour les grandes entreprises. Lancé en 2013, le dispositif Patent Box abaisse le taux de l'impôt sur les bénéfices générés par les brevets.

Un pôle d'attraction pour les étudiants

D'une manière générale, le Royaume-Uni a toujours été une destination privilégiée des étudiants et des chercheurs. Depuis 2013, il accueille plus de boursiers du Conseil européen de la recherche (CER) que ses partenaires de l'Union européenne, ainsi que le plus grand nombre de chercheurs étrangers travaillant sur des projets financés par cet organisme (figure 9.7). L'exportation de services d'éducation, évaluée à environ 17 milliards de livres sterling en 2013, représente une source majeure de financement du système universitaire britannique. Ce dernier a été soumis à rude épreuve ces dernières années. En 2012, soucieux de réduire

Encadré 9.4 : Ogden Trust : une organisation philanthropique au service de la physique au Royaume-Uni

En 1999, Sir Peter Ogden investissait 22,5 millions de livres sterling de sa fortune personnelle dans la création de l'Ogden Trust. Au départ, l'organisation accordait des bourses aux meilleurs élèves des écoles publiques afin qu'ils puissent poursuivre leurs études dans des écoles privées de renom. En 2003, elle s'est ouverte aux personnes désireuses d'étudier la physique ou d'obtenir un diplôme associé dans une université britannique réputée, jusqu'au niveau de la maîtrise.

L'organisation gère également un programme permettant aux anciens élèves d'effectuer des stages de recherche en physique rémunérés dans des universités du Royaume-Uni ou d'acquérir de l'expérience professionnelle dans des entreprises intervenant dans des domaines en rapport avec cette discipline.

Face à la pénurie de professeurs de physique diplômés dans les établissements scolaires, l'Ogden Trust a lancé le programme Scientists in Schools qui soutient financièrement des étudiants de troisième cycle, en doctorat et en postdoctorat afin qu'ils acquièrent de l'expérience dans l'enseignement de la physique avant de suivre une formation de professeurs.

Source : Adam Smith, étudiant en maîtrise de physique et boursier de l'Ogden Trust.

les déficits publics, le gouvernement de coalition a triplé les frais de scolarité des étudiants, qui ont alors atteint environ 9 000 livres sterling par an. Pour atténuer le choc, il a mis en place des prêts étudiants mais une partie d'entre eux pourrait n'être jamais remboursée. La hausse sévère des frais de scolarité risque également de dissuader les étudiants d'entreprendre des études supérieures et de décourager les étudiants étrangers (les étudiants en physique britanniques de milieu modeste peuvent postuler pour une bourse auprès de l'Ogden Trust, voir encadré 9.4). En juillet 2015, le Chancelier de l'échiquier (Ministre des finances) a accentué la pression sur le système universitaire en proposant de réduire les subventions publiques accordées aux étudiants britanniques et d'autres pays de l'UE pour faciliter leur scolarité.

En dépit de l'attractivité du Royaume-Uni et de sa réputation de qualité (le pays possède 4,1 % seulement des effectifs mondiaux de recherche mais produit 15,1 % des articles les plus cités dans le monde), la faiblesse persistante de son intensité de R&D préoccupe la communauté scientifique nationale (Royal Society *et al.,* 2015).

L'ouverture du pays à la circulation internationale des connaissances est peut-être elle aussi en danger. L'élection générale de mai 2015 a vu le retour des Conservateurs au pouvoir avec une solide majorité. Pendant la campagne électorale, le Premier Ministre avait promis aux électeurs que les Conservateurs organiseraient un référendum sur le maintien ou la sortie de l'UE du Royaume-Uni d'ici fin 2017. Cette consultation aura donc lieu dans les deux années à venir et peut-être même dès 2016. La sortie de l'Union européenne (« Brexit ») aurait des répercussions importantes sur la recherche scientifique britannique et européenne (encadré 9.5).

Encadré 9.5 : **Quel serait l'impact sur la recherche et l'innovation européennes de la sortie de l'UE du Royaume-Uni ?**

Les pierres angulaires du marché unique européen sont les « quatre libertés » : libre circulation des personnes, des marchandises, des services et des capitaux. Le mécontentement des Britanniques s'est cristallisé sur la libre circulation des personnes. Le gouvernement souhaite la restreindre et prévoit de consulter la population sur une éventuelle sortie de l'UE d'ici fin 2017 si ses partenaires refusent de réviser les traités pertinents, comme il le demande.

Le Royaume-Uni est l'un des plus gros contributeurs nets au budget européen. Son départ aurait donc des répercussions importantes sur le pays et l'UE. Les négociations sur les divers types de relations possibles après sa sortie seraient complexes. Il existe plusieurs « modèles de relations » pour les pays européens non membres de l'Union. Le « modèle norvégien » ou le « modèle suisse » sont les deux possibilités qui semblent actuellement les plus adaptées au Royaume-Uni. Si les futures relations entre le Royaume-Uni et l'UE se calquaient sur la Norvège, qui appartient à l'Espace économique européen, il continuerait à verser une contribution financière importante à l'Union, potentiellement proche de sa contribution nette actuelle (environ 4,5 milliards d'euros). Dans ce cas, il serait assujetti à un grand nombre des lois et des politiques européennes, mais jouirait d'une influence limitée sur l'Union.

En revanche, si le Royaume-Uni optait pour le modèle suisse, il quitterait l'Espace économique européen. Il serait moins contraint par la législation européenne et sa contribution serait moindre, mais il devrait négocier des accords distincts dans de nombreux domaines, notamment le commerce des biens et des services ou la circulation des personnes entre le Royaume-Uni et l'UE (voir chapitre 11).

L'impact d'un « Brexit » sur la science et l'innovation au Royaume-Uni comme dans l'UE dépendrait fortement de leurs relations ultérieures. À l'instar de la Norvège et de la Suisse, le Royaume-Uni voudrait probablement demeurer membre associé de l'Espace de recherche européen afin de continuer à participer aux programmes-cadres de l'Union, considérés de plus en plus importants au Royaume-Uni pour le financement de la recherche, la formation des doctorants et l'échange des idées et des personnes. Il faudrait cependant négocier séparément l'accord de coopération relatif à chaque programme-cadre, notamment en cas de retrait du Royaume-Uni de l'Espace économique européen. Ces négociations pourraient s'avérer difficiles, comme la Suisse a pu le constater, puisque que le renforcement de ses lois sur l'immigration à l'issue du référendum d'initiative populaire de 2014 a incité l'UE à ne lui concéder que des droits limités à participer à Horizon 2020 (voir chapitre 11).

Par ailleurs, le Royaume-Uni n'aurait plus accès aux fonds structurels européens s'il quittait l'Union. Sa sortie pourrait également inciter les entreprises internationales à revoir à la baisse leurs plans d'investissement dans la R&D au Royaume-Uni. Le pays ne ferait plus office de porte d'entrée sur les marchés européens et ses lois sur l'immigration, probablement plus strictes, ne seraient pas très favorables à ce type d'investissement. Enfin, une sortie de l'Union risquerait de rendre plus difficile et moins attractive la circulation internationale des chercheurs universitaires entre le Royaume-Uni et le reste de l'Europe, ou du monde, du fait de l'hostilité accrue à l'égard de l'immigration dans le pays.

Dans ses déclarations publiques, la communauté des chercheurs britanniques semble clairement opposée à une sortie de l'UE. À quelques jours des élections législatives de mai 2015 a été créé un site Internet favorable au maintien dans l'Union européenne baptisé Scientists for the EU. Un courrier signé par des scientifiques de renom a également été publié par le *Times* le 22 mai 2015, précédé par des articles dans *The Guardian* le 12 et dans *Nature News* le 8. Selon un article publié dans *The Economist* le 29 avril, quel qu'en soit le résultat, le référendum lui-même risque de susciter des remous sur les plans politique et économique en Grande-Bretagne.

Si le Royaume-Uni venait à sortir de l'UE, quelle que soit sa relation ultérieure avec elle, le pays perdrait son rôle moteur dans la recherche et l'innovation européennes, ce qui serait regrettable pour les deux protagonistes.

Source : Böttcher et Schmithausen (2014) ; *The Economist* (2015).

CONCLUSION

Baisse de la performance des activités d'innovation dans la moitié de l'Union européenne

La crise économique a durement touché l'Union européenne en général et les 19 membres de la zone euro en particulier. Les taux de chômage ont grimpé en flèche. En 2013, un Européen de moins de 25 ans sur quatre était sans emploi. Ces difficultés économiques ont engendré une instabilité politique. Certains pays s'interrogent sur leur place au sein de l'UE et le Royaume-Uni envisage même d'en sortir.

Les pays de la zone euro ont dû renflouer plusieurs banques au cours des cinq dernières années. Aujourd'hui, le creusement de la dette publique chez certains membres fait planer le doute sur leur crédibilité financière et confronte les pays de la zone euro à des problèmes supplémentaires. Les pays de la zone euro, la Banque centrale européenne et le Fonds monétaire international ont dû prêter des sommes substantielles à l'Espagne, à l'Irlande, à l'Italie, au Portugal et, surtout, à la Grèce. Alors que les premiers sont parvenus à remettre leur économie sur pied grâce à des réformes structurelles, l'économie grecque demeure convalescente. En dépit de la nouvelle politique d'austérité adoptée en juillet 2015, la Grèce risque toujours de devoir quitter la zone euro en raison du poids de sa dette publique, qui semble de plus en plus impossible à supporter.

Afin de faire face à la crise et de promouvoir une croissance durable, intelligente et inclusive, l'UE a adopté un programme volontariste baptisé *Europe 2020*. L'une de ses principales stratégies, l'Union pour l'innovation, regroupe plus de 30 engagements visant à améliorer la capacité d'innovation des pays. Horizon 2020, le huitième programme-cadre de l'UE pour la recherche et le développement technologique, bénéficie du plus gros budget jamais alloué, soit 80 milliards d'euros. Il devrait accroître considérablement la production scientifique européenne puisque près d'un tiers de ce montant sera consacré à la promotion de l'excellence en matière de recherche.

Chargé de financer l'excellence scientifique, le Conseil européen de la recherche supervise 17 % du budget global d'Horizon 2020, qui subventionnera des chercheurs à différents stades de leur carrière. Le Conseil a exercé un fort impact sur la production scientifique et le financement national de la recherche et inspiré la création d'institutions et de mécanismes de financement similaires dans de nombreux États membres.

En dépit des programmes-cadres, les fonds distribués par l'UE ne représentent qu'une part modeste du financement total de la R&D. L'essentiel en revient aux gouvernements nationaux et aux entreprises. L'UE s'est donné comme objectif ambitieux de consacrer 3 % du PIB à la recherche d'ici 2020, mais les progrès sont lents dans de nombreux pays.

Bien que l'écart entre les pays les moins et les plus innovants se soit resserré, les performances en matière d'innovation de près de la moitié des États membres se sont dégradées. Cette tendance préoccupante résulte de la baisse de la part des entreprises innovantes, de la collaboration scientifique public-privé et de la disponibilité de capital-risque. Cette situation requiert de soutenir davantage les activités d'innovation au niveau de l'UE et de chaque pays en simplifiant l'accès au financement pour les PME, en facilitant la venue de chercheurs extérieurs à l'UE, en encourageant la collaboration au sein des secteurs public et privé mais aussi entre eux, en harmonisant les programmes d'appui nationaux et même en y substituant ceux de l'UE afin d'augmenter la portée de la recherche européenne et d'éviter les chevauchements entre les activités nationales.

Le nouveau programme Horizon 2020 prévoit d'appuyer les activités d'innovation des entreprises, mais, plus important encore, ce sont les États membres qui prennent l'initiative en ce domaine. Plusieurs d'entre eux, notamment la France et l'Allemagne, mettent à nouveau l'accent sur l'importance des activités manufacturières à forte intensité de technologie et simplifient l'accès des PME aux financements, reconnaissant par là leur rôle spécifique dans ce domaine. Les transferts de connaissances et de technologies sont renforcés par la promotion des partenariats public-privé.

Seul l'avenir nous dira si cette intensification de l'appui aux activités de recherche et d'innovation a exercé un impact positif notable sur l'innovation en Europe. Cette analyse devra attendre le prochain *Rapport de l'UNESCO sur la science* à paraître dans cinq ans.

OBJECTIFS PRINCIPAUX DE L'UNION EUROPÉENNE

- Porter le taux d'emploi de la population âgée de 20 à 64 ans à au moins 75 % d'ici 2020 ;
- Investir en moyenne 3 % du PIB dans la R&D d'ici 2020 ;
- D'ici 2020, réduire les émissions de gaz à effet de serre d'au moins 20 % par rapport aux niveaux de 1990 ; porter à 20 % la part des énergies renouvelables dans le bouquet énergétique ; améliorer de 20 % l'efficacité énergétique (« objectif 20/20/20 ») ;
- Ramener le taux de déscolarisation à moins de 10 % ; veiller à ce qu'au moins 40 % de la population âgée de 30 à 34 ans ait achevé un cursus universitaire d'ici 2020 ;
- Réduire d'au moins 20 millions le nombre de personnes menacées par la pauvreté ou l'exclusion sociale d'ici 2020.

RÉFÉRENCES

Agence européenne pour l'environnement (2015) *L'environnement en Europe : état et perspectives 2015 – Synthèse*. Agence européenne pour l'environnement : Copenhague.

Alet, C. (2015) Pourquoi le Sénat a passé son rapport sur le crédit impôt recherche à la déchiqueteuse. *Alterécoplus* en ligne, 17 juin.

Attané, M. (2015) The Juncker plan risks making innovation an afterthought. *Research Europe*, 5 mars.

Böttcher, B. et Schmithausen, E. (2014) *A future in the EU? Reconciling the 'Brexit' debate with a more modern EU*, EU Monitor – European Integration, Deutsche Bank Research.

Commission européenne (2015a) *Tableau de bord de l'Union de l'innovation 2015*. Commission européenne : Bruxelles.

Commission européenne (2015b) *Seventh FP7 Monitoring Report*. Commission européenne : Bruxelles.

Commission européenne (2014a) *Research and Innovation performance in the EU – Innovation Union progress at country level*. Commission européenne : Bruxelles.

Commission européenne (2014b) *Rapport sur la mise en œuvre de la stratégie de coopération internationale en matière de recherche et d'innovation*. Commission européenne : Bruxelles.

Commission européenne (2014c) *Recherche et innovation : Repousser les limites et améliorer la qualité de vie*. Commission européenne : Bruxelles.

Commission européenne (2014d) *Tableau de bord régional de l'innovation 2014*, Commission européenne : Bruxelles.

Commission européenne (2014e) *State of the Innovation Union - Taking Stock 2010-2014*. Commission européenne : Bruxelles.

Commission européenne (2014f) *État des lieux de la stratégie Europe 2020 pour une croissance intelligente, durable et inclusive*. COM (2014) 120 final/2. Commission européenne : Bruxelles.

Commission européenne (2011) *Vers une stratégie spatiale de l'Union européenne au service du citoyen*. COM (2011) 152 final. Commission européenne : Bruxelles.

Commission européenne (2010) *Communication de la Commission – Europe 2020 – Une stratégie pour une croissance intelligente, durable et inclusive*. COM (2010) 2020. Commission européenne : Bruxelles.

Conseil européen de la recherche (2015) *ERC in a nutshell*.

Conseil européen de la recherche (2014) *Annual Report on the ERC activities and achievements in 2013*. Office des publications de l'Union européenne : Luxembourg.

Downes, L. (2015) How Europe can create its own Silicon Valley. *Harvard Business Review*, 11 juin.

Gallois, D. (2014) Galileo, le futur rival du GPS, enfin sur le pas de tir. *Le Monde*, 21 août.

Hermann, M., Pentek, T. et Boris, O. (2015) *Design principles for Industrie 4.0 scenarios: A literature review*, Document de travail n° 01/2015, Technische Universitaet Dortmund.

Hernández, H., Tübke, A., Hervas, F., Vezzani, A., Dosso, M., Amoroso, S. et Grassano, N. (2014*) EU R&D Scoreboard: the 2014 EU Industrial R&D Investment Scoreboard*. Commission européenne : Bruxelles.

Kagermann, H., Wahlster, W. et Helbig, J. (2013) *Recommendations for implementing the strategic initiative Industrie 4.0: Final report of the Industrie 4.0 Working Group*.

Ministère des affaires étrangères de Pologne (2014) *Poland's 10 years in the European Union*. Ministère des affaires étrangères de Pologne : Varsovie.

OCDE (2014) *OECD Reviews of Innovation Policy: Netherlands*. Organisation de coopération et de développement économiques : Paris.

Oliver, T. (2013) *Europe without Britain: assessing the Impact on the European Union of a British withdrawal*. Document de recherche. Institut allemand pour les affaires internationales et la sécurité : Berlin.

Roland, D. (2015) AstraZeneca Pfizer: timeline of an attempted takeover. *Daily Telegraph*, 19 mai.

Royal Society *et al*. (2015) *Building a Stronger Future: Research, Innovation and Growth*. Février.

Technopolis (2012) *Norway's affiliation with European Research Programmes – Options for the future*. Rapport final, 1er mars.

The Economist (2015) Why, and how, Britain might leave the European Union. *The Economist*, 29 avril.

Van den Hove, S., McGlade, J., Mottet, P. et Depledge, M. H. (2012) The Innovation Union: a perfect means to confused ends? *Environmental Science and Policy*, 16 : p. 73-80.

Hugo Hollanders, né en 1967 aux Pays-Bas, est économiste et chercheur à l'UNU-MERIT (Université de Maastricht), aux Pays-Bas. Il possède plus de 15 ans d'expérience dans l'étude et la statistique de l'innovation. Il s'occupe essentiellement de projets de recherche financés par la Commission européenne. Il est notamment l'auteur principal du rapport sur le Tableau de bord de l'Union de l'innovation.

Minna Kanerva, née en 1965 en Finlande, partage son temps entre le Centre de recherche sur la durabilité (artec) en Allemagne et l'UNU-MERIT à Maastricht, aux Pays-Bas. Ses travaux de recherche portent sur la consommation durable, le changement climatique, l'éco-innovation, les nanotechnologies et la mesure de l'innovation. Elle prépare actuellement un doctorat.



Les pays d'Europe du Sud-Est devraient investir plus et mieux dans la recherche et l'innovation, en accordant la priorité à l'investissement et à la « spécialisation intelligente » de la région.

Djuro Kutlača

À Zagreb, en Croatie, les tramways bleus caractéristiques sont équipés d'un système de récupération d'énergie. L'énergie produite lors du freinage est directement retransmise au réseau électrique.
Photo : © Zvonimir Atletic/Shutterstock.com

10. Europe du Sud-Est

Albanie, Bosnie-Herzégovine, Croatie, ex-République yougoslave de Macédoine, Monténégro, Serbie, Slovénie

Djuro Kutlača

INTRODUCTION

Une région hétéroclite mais un objectif commun

L'Europe du Sud-Est[1] comptait 25,6 millions d'habitants en 2013. La région se caractérise par d'importantes disparités économiques, le pays le plus riche (la Slovénie) ayant un PIB par habitant trois fois plus élevé que le pays le plus pauvre (l'Albanie) [tableau 10.1].

Les pays sont également à différents stades de l'intégration européenne. La Slovénie est membre de l'Union européenne (UE) depuis 2004 et la Croatie, depuis 2013. Trois pays ont le statut de candidat officiel : l'ex-République yougoslave de Macédoine depuis 2005, le Monténégro depuis 2010 et la Serbie depuis 2012. L'Albanie a obtenu le statut de candidat potentiel en juin 2014. Quant à la Bosnie-Herzégovine, candidat potentiel depuis le Sommet du Conseil européen de Thessalonique en juin 2003, sa procédure d'adhésion soulève de nombreuses incertitudes. Pour ces cinq pays, l'intégration européenne est le seul projet viable qui leur permettra d'acquérir une cohérence sociale et politique. Leur adhésion bénéficierait également à la Slovénie et à la Croatie, à qui des voisins prospères offriraient une excellente garantie de stabilité politique et de croissance économique.

Suite à l'éclatement de la Yougoslavie dans les années 1990, tous les pays de l'Europe du Sud-Est ont été confrontés au défi de l'après-socialisme. Cette transition économique a malheureusement coûté très cher, puisqu'elle a morcelé et altéré les systèmes scientifiques des pays, provoquant une fuite des cerveaux et l'obsolescence des infrastructures de recherche et développement (R&D), comme nous l'avons expliqué dans le *Rapport de l'UNESCO sur la science 2005*. Les cinq pays non membres de l'UE ont désormais achevé leur transition vers des économies de marché ouvertes, tout comme la Croatie et la Slovénie. Ils restent toutefois confrontés à des taux de chômage élevés, des niveaux de corruption inacceptables et des systèmes financiers insuffisamment développés.

Des économies ébranlées par la récession mondiale

La Croatie, la Grèce et la Slovénie ont été plus touchées par la crise financière mondiale que leurs voisins (tableau 10.1), avec des taux de croissance moyens négatifs entre 2009 et 2013. Dans toute la région, la reprise reste fragile et partielle. Les taux de chômage sont montés en flèche en Croatie, en Grèce, en Serbie et en Slovénie, et sont restés élevés dans les autres pays. Tout comme la zone euro, les Balkans occidentaux connaissent ce que le Fonds monétaire international (FMI) appelle une « low-flation » : une croissance économique durablement ralentie conjuguée à une très faible inflation faisant craindre une déflation. La Grèce et la Slovénie, qui selon Eurostat présentaient en 2013 un déficit public de 12,7 % et 14,7 % respectivement, font partie des sept pays n'ayant pas respecté le plafond des 3 % de déficit imposé par le Pacte de stabilité et de croissance (PSC) de la zone euro[2].

Dans les Balkans occidentaux, les effets de la crise se manifestent notamment par une évolution de la structure des exportations

1. À l'exception de la Grèce ; ce pays est parfois mentionné dans le présent chapitre à des fins de comparaison, mais étant membre de l'Union européenne depuis 1981, il est traité au chapitre 9.

2. La zone euro comprend les 19 pays de l'UE ayant adopté l'euro comme monnaie unique.

Tableau 10.1 : **Principaux indicateurs socioéconomiques pour l'Europe du Sud-Est, 2008 et 2013**

	Inflation, prix à la consommation (% par an)		Taux de croissance annuel moyen du PIB		PIB par habitant (en dollars, PPA courantes)		Chômage (% de la population active)		Emploi dans l'industrie (% de l'emploi total)		Formation brute de capital fixe (% du PIB)		Exportations de marchandises et de services (% du PIB)		Afflux nets d'IDE (% du PIB)	
	2008	2013	2002-2008 (%)	2009-2013 (%)	2008	2013	2008	2013	2008	2012	2008	2012	2008	2012	2008	2012
Albanie	3,4	1,9	5,5	2,5	8 874	10 489	13,0	16,0	13,5	20,8[-2]	32,4	24,7	29,5	31,3	9,6	10,0
Bosnie-Herzégovine	7,4	-0,1	5,6	-0,2	8 492	9 632	23,9	28,4	–	30,3	24,4	22,1	41,1	31,2	5,4	2,0
Croatie	6,1	2,2	4,4	-2,5	20 213	20 904	8,4	17,7	30,6	27,4	27,6	18,4	42,1	43,4	8,7	2,4
Ex-Rép. yougoslave de Macédoine	8,3	2,8	4,1	1,5	10 487	11 802	33,8	29,0	31,3	29,9	23,9	21,2	50,9	53,2	6,2	2,9
Grèce	4,2	-0,9	3,6	-5,2	29 738	25 651	7,7	27,3	22,3	16,7	22,6	13,2	24,1	27,3	1,7	0,7
Monténégro	8,8	2,1	5,6	0,2	13 882	14 318	16,8	19,8	19,6	18,1	27,7	16,9	38,8	42,4	21,6	14,1
Serbie	12,4	7,7	4,9	0,0	11 531	12 374	13,6	22,2	26,2	26,5	20,4	26,3[-1]	31,1	38,2[-1]	6,3	0,9
Slovénie	5,7	1,8	4,5	-1,9	29 047	28 298	4,4	10,2	34,2	30,8	27,5	19,2[-1]	67,1	71,3[-1]	3,3	-0,5

n = les données correspondent à un nombre n d'années avant l'année de référence.

Source : Banque mondiale, Indicateurs du développement dans le monde, janvier 2015.

pour la période 2009-2010. Certaines études décrivent un commerce intrarégional relativement concentré, les six produits principaux représentant 40 % des importations totales : quatre produits de base (combustibles minéraux, fer, acier et aluminium) et deux autres types de produits industriels (boissons, matériel et machines électriques). L'UE est le principal marché d'exportation pour tous les pays des Balkans occidentaux. Cette forte dépendance est exacerbée par les préférences commerciales européennes et par la perspective d'adhérer à l'UE pour les pays des Balkans occidentaux (Bjelić *et al.*, 2013).

Une intégration progressive dans l'UE grâce au commerce régional

Chacun des sept pays est ou a été membre de l'Accord de libre-échange d'Europe centrale (ALEEC). Cet accord a été lancé en 1992 afin d'aider les pays à préparer leur intégration dans l'UE. Ses premiers membres étaient la Pologne, la Hongrie, la République tchèque et la Slovaquie. La Slovénie a rejoint l'ALECE en 1996 et la Croatie en 2003, mais leur adhésion a automatiquement pris fin lorsqu'elles sont devenues membres de l'UE (voir chapitre 9).

Les cinq autres pays de l'Europe du Sud-Est ont rejoint l'ALECE le 19 décembre 2006, de même que la Mission d'administration intérimaire des Nations Unies au Kosovo[3] au nom du Kosovo. Bien que l'objectif affiché soit d'aider les pays à intégrer l'UE, un certain nombre d'obstacles commerciaux subsistent encore aujourd'hui. Dans le secteur de la construction, il existe des restrictions concernant les livraisons transfrontalières et l'acceptation des permis étrangers. S'agissant des transports terrestres, les échanges commerciaux sont limités par des réglementations très contraignantes, par le protectionnisme des marchés et par la présence de monopoles d'État. C'est dans le secteur juridique que les restrictions sont les plus draconiennes, les ressortissants étrangers ne pouvant proposer que des services de consultation. En revanche, les services informatiques ne sont que faiblement réglementés ; les échanges commerciaux dans ce secteur dépendent donc en grande partie d'autres facteurs (demande pour ce type de services et niveau de protection de la propriété intellectuelle, notamment). Il est à noter que les obstacles et les réglementations diffèrent d'un pays à l'autre. Les pays de l'ALECE qui imposent de nombreuses restrictions aux échanges de services peuvent donc apprendre de leurs voisins aux systèmes plus ouverts comment libéraliser ces services.

Depuis 2009, les parties à l'ALECE identifient méthodiquement les obstacles aux échanges commerciaux et proposent des solutions, comme la mise en place d'une base de données visant à déterminer la corrélation entre les obstacles empêchant l'accès au marché et le volume des échanges commerciaux.

3. Cette désignation, qui ne préjuge en rien des positions exprimées par les uns et les autres concernant le statut du Kosovo, suit la résolution 1244 du Conseil de sécurité des Nations Unies et l'avis rendu par la Cour internationale de justice au sujet de la déclaration d'indépendance du Kosovo de février 2008.

TENDANCES EN MATIÈRE DE GOUVERNANCE DE LA STI

La Slovénie pourrait servir de modèle à ses voisins

Les sept pays de l'Europe du Sud-Est souhaitent tous adopter le modèle d'innovation axé sur la science de l'UE. Ils peuvent être répartis en quatre catégories selon leur rythme de transition : l'Albanie et la Bosnie-Herzégovine présentent les progrès les plus lents et les plus incertains, malgré le soutien continu de l'UNESCO pour l'Albanie et de l'UE pour la Bosnie-Herzégovine. L'ex-République yougoslave de Macédoine et le Monténégro sont, quant à eux, encore à la recherche d'un système d'innovation qui leur convienne. Viennent ensuite la Croatie et la Serbie, qui disposent toutes d'eux d'infrastructures et d'institutions relativement développées. Depuis son adhésion à l'UE, la Croatie doit accélérer son processus de restructuration car elle a désormais l'obligation d'appliquer les réglementations et les pratiques européennes en matière de spécialisation intelligente (voir ci-dessous), de gouvernance régionale, d'exercices de prospective pour la définition des priorités et de politiques d'innovation en tant que modèle de gouvernance, entre autres.

La Slovénie est seule dans sa catégorie ; c'est non seulement le pays le plus avancé sur le plan économique, mais aussi celui qui a le système d'innovation le plus dynamique. En 2013, elle a consacré 2,7 % de son PIB à la R&D, l'un des ratios les plus élevés de l'UE. Bien entendu, la capacité de croissance et d'innovation d'un pays ne dépend pas uniquement de l'offre de R&D, mais également de sa capacité à absorber et à diffuser les technologies, associée à une demande effective de production et d'utilisation de ces technologies (Radosevic, 2004). L'agrégation de ces quatre dimensions permet de calculer l'indice de capacité nationale d'innovation. Selon Kutlača et Radosevic (2011) :

> *La Slovénie fait clairement figure de leader régional. C'est le seul pays d'Europe du Sud-Est à afficher des scores proches de la moyenne de l'UE pour la majorité des indicateurs mesurant la capacité nationale d'innovation. Viennent ensuite la Hongrie, la Croatie, la Bulgarie et la Grèce, qui se situent au-dessus de la moyenne de l'Europe du Sud-Est. C'est en ex-République yougoslave de Macédoine, en Roumanie, en Serbie et en Turquie que la capacité nationale d'innovation est la moins développée. Si les chiffres étaient disponibles pour l'Albanie et la Bosnie-Herzégovine, on peut supposer qu'elles se situeraient dans la tranche inférieure des pays de l'Europe du Sud-Est.*

La Slovénie pourrait servir de modèle aux autres pays d'Europe du Sud-Est, où les universités continuent à faire passer l'enseignement avant la recherche et où la structure des systèmes de R&D reste plus axée sur la publication scientifique que sur la coopération avec l'industrie et le développement de nouvelles technologies.

Le grand défi, pour les pays d'Europe du Sud-Est, consistera à intégrer leur système de R&D dans leur économie. La *Stratégie régionale de recherche et développement pour l'innovation des Balkans occidentaux* devrait servir de cadre pour l'adoption

de réformes collectives visant à promouvoir l'innovation, la croissance économique et la prospérité (encadré 10.1) : c'est là la principale priorité pour les Balkans occidentaux. Cette stratégie met en évidence le chemin qui reste encore à parcourir. « *La transition économique et politique opérée dans les années 1990 par les Balkans occidentaux a eu de graves répercussions, souvent négatives, sur les secteurs de la recherche et de l'innovation dans la région. L'agenda politique étant dominé par les réformes économiques, les politiques concernant la science, la technologie et l'innovation sont passées au second plan, les capacités de recherche se sont détériorées et les liens avec le secteur productif ont disparu* » (CCR, 2013).

Vers une spécialisation intelligente

La *Stratégie Europe du Sud-Est 2020 : Emploi et prospérité dans une perspective européenne*[4] vise à améliorer les conditions de vie et à remettre l'accent sur la compétitivité et le développement. Inspirée de la stratégie européenne du même nom (*Stratégie Europe 2020*), elle est destinée à favoriser la coopération régionale, à accélérer l'harmonisation avec le cadre réglementaire de l'UE et à appuyer le processus d'adhésion.

Les principaux objectifs de la *Stratégie Europe du Sud-Est 2020* sont les suivants : faire passer les échanges commerciaux régionaux de 94 milliards d'euros à 210 milliards d'euros (soit plus du double) ; faire passer le PIB par habitant de la région de 36 % à 44 % de la moyenne de l'UE ; ramener le déficit commercial de la région (15,7 % du PIB en moyenne entre 2008 et 2010) à 12,3 % du PIB ; et créer 1 million de nouveaux emplois dans la région, dont 300 000 postes pour la main-d'œuvre hautement qualifiée.

La *Stratégie Europe du Sud-Est 2020* a été adoptée à Sarajevo le 21 février 2013 lors de la Conférence ministérielle du Comité d'investissement de l'Europe du Sud-Est. Elle avait été élaborée à partir de 2011 par le Conseil de coopération régionale en collaboration avec les administrations nationales, dans le cadre d'un projet financé par l'UE.

4. Voir www.rcc.int/pages/62/south-east-europe-2020-strategy.

Encadré 10.1 : La première stratégie d'innovation des Balkans occidentaux

La première *Stratégie régionale de recherche et développement des Balkans occidentaux pour l'innovation* a été adoptée le 25 octobre 2013 à Zagreb, en Croatie, par les Ministres des sciences de l'Albanie, de la Bosnie-Herzégovine, de la Croatie, de l'ex-République yougoslave de Macédoine, du Kosovo, du Monténégro et de la Serbie.

Elle propose un *Plan d'action pour la coopération régionale* qui s'inspire des stratégies, politiques et programmes nationaux, les complète et les renforce, tout en tenant compte du fait que le développement des systèmes de recherche et la contribution au développement diffèrent d'un pays à l'autre. Ce plan d'action propose cinq initiatives régionales :

- Le dispositif d'élaboration d'une stratégie de recherche et d'innovation pour les Balkans occidentaux (WISE), qui fournit une assistance technique régionale afin de faciliter la mise en œuvre de réformes dans les pays des Balkans occidentaux, notamment grâce à la formation. Le dispositif WISE sert de plateforme pour les échanges sur les politiques, le dialogue sur les politiques publiques, le renforcement des capacités et le plaidoyer politique ;
- Un fonds pour l'excellence en matière de recherche, qui encourage la collaboration entre les scientifiques locaux et la diaspora scientifique ainsi que l'intégration des jeunes scientifiques dans l'Espace européen de la recherche ;
- Un programme visant à encourager le développement de « réseaux d'excellence » dans des domaines en lien avec la « spécialisation intelligente » de la région ainsi que la rationalisation de l'utilisation des ressources, en concentrant les projets de recherche dans les domaines ayant un impact économique maximum ;
- Un programme de transfert de technologies pour les organisations publiques de recherche, afin de faciliter leur collaboration avec l'industrie (travaux de recherche communs et contractuels, assistance technique, formation, octroi de licences technologiques et création d'entreprises par essaimage issues d'organisations publiques de recherche) ;
- Un programme d'aide au démarrage, qui fournit des capitaux de préamorçage (preuve de concept et réalisation de prototypes), ainsi que des programmes d'incubation d'entreprises et de mentorat afin d'aider les entrepreneurs lors de la délicate étape de commercialisation de leurs idées et de contribuer à la création d'une filière pour les investisseurs en capital-risque.

Cette stratégie a été élaborée entre décembre 2011 et octobre 2013 dans le cadre d'un projet de l'UE, en collaboration avec la Banque mondiale et l'UNESCO. Ce projet était coordonné par la Commission européenne, le Conseil de coopération régionale et un Comité de pilotage du projet constitué des responsables gouvernementaux des pays concernés.

Le processus a été lancé par la Déclaration commune de Sarajevo, signée le 24 avril 2009 par les Ministres des sciences des Balkans occidentaux, le commissaire européen en charge de la science, de la recherche et de l'innovation et la Présidence tchèque du Conseil européen, sous l'égide du Secrétaire général du Conseil de coopération régionale.

La Commission européenne et le Conseil de coopération régionale ont supervisé la mise en œuvre du projet, qui a été financé par le biais d'instruments d'aide de préadhésion (IAP), un des programmes multibénéficiaires de l'UE.

Source : Banque mondiale et CCR (2013).

Encadré 10.2 : **L'Europe du Sud-Est prépare son avenir énergétique**

La première *Stratégie énergétique* de l'Europe du Sud-Est a été adoptée par le Conseil ministériel en octobre 2012 et couvre la période allant jusque 2020. Elle a pour objectif de fournir des services énergétiques durables, sûrs et abordables. Les pays de la région, signataires du traité instituant la Communauté de l'énergie (entré en vigueur en juillet 2006), ont adopté cette *Stratégie énergétique* afin de réformer le marché de l'énergie et de favoriser l'intégration régionale.

Comme l'a affirmé la Commission européenne dans un rapport au Parlement européen et au Conseil (2011), « *L'existence même de la Communauté de l'énergie, dix ans seulement après la fin du conflit dans les Balkans, constitue un succès en soi, car il s'agit du premier projet institutionnel commun entrepris par des pays de l'Europe du Sud-Est non membres de l'Union européenne* ».

Le siège du Secrétariat de la Communauté de l'énergie se situe à Vienne, en Autriche. Les parties au traité instituant la Communauté de l'énergie sont les membres de l'Union européenne ainsi que huit parties contractantes, à savoir l'Albanie, la Bosnie-Herzégovine, l'ex-République yougoslave de Macédoine, le Kosovo, le Monténégro, la République de Moldova, la Serbie et l'Ukraine. Cette initiative devait initialement concerner les Balkans occidentaux, mais cette notion géographique a perdu sa raison d'être avec la décision, en décembre 2009, d'autoriser l'adhésion de la République de Moldova et de l'Ukraine. La mission de la Communauté de l'énergie a ainsi évolué : il s'agit aujourd'hui d'introduire la politique énergétique européenne dans les pays non membres de l'UE.

La *Stratégie énergétique* de l'Europe du Sud-Est à l'horizon 2020 proposait trois scénarios de mesures possibles : (i) la poursuite de la trajectoire actuelle ; (ii) un investissement minimal ; et (iii) un scénario axé sur la durabilité et la sobriété en carbone, qui suppose une progression de la région en matière de développement durable.

La *Stratégie Europe du Sud-Est 2020 : Emploi et prospérité dans une perspective européenne* place la région sur la voie de la croissance durable empruntée par l'UE : la croissance durable est en effet l'un des cinq piliers du nouveau modèle de développement du territoire (voir ci-dessous). Cette stratégie affirme qu'« *une croissance durable nécessite des transports et des infrastructures énergétiques durables et accessibles, une base économique compétitive et une utilisation responsable des ressources par l'économie. Pour réduire notre empreinte carbone tout en satisfaisant la demande croissante en énergie, il est indispensable de trouver de nouvelles solutions technologiques, de moderniser le secteur de l'énergie et de renforcer le dialogue avec nos voisins. Il convient d'adopter de nouveaux mécanismes de marché, capables de s'adapter aux nouvelles sources d'énergie* ».

L'un des principaux objectifs de la *Stratégie Europe du Sud-Est 2020* est d'élaborer et de mettre en œuvre des mesures visant à améliorer l'efficacité énergétique, et de réaliser des économies d'énergie d'au moins 9 % d'ici 2018, conformément aux engagements pris dans le cadre de la Communauté de l'énergie, avec l'adoption en 2009 de la Directive des services énergétiques. La stratégie a également pour but de porter à 20 % la part des énergies renouvelables dans la consommation brute d'énergie d'ici 2020.

Ces objectifs énergétiques concernent le pilier « croissance durable » et viennent s'ajouter aux objectifs relatifs aux transports, à l'environnement et à la compétitivité. Le transport ferroviaire et fluvial va ainsi être développé et le volume de boisement annuel va être augmenté, afin notamment de disposer d'un puits de carbone plus important. Les pays seront par ailleurs encouragés à créer un environnement qui encourage le secteur privé à participer au financement des infrastructures hydrauliques.

Source : www.energy-community.org.

La stratégie repose sur les cinq « piliers interdépendants du nouveau modèle de développement » :

- *Croissance intégrée* : commerce régional, relations et politiques d'investissement ;
- *Croissance intelligente* : éducation et compétences, R&D et innovation, société numérique, secteurs culturels et créatifs ;
- *Croissance durable* : énergie (encadré 10.2), transports, environnement, compétitivité ;
- *Croissance inclusive* : emploi, santé ;
- *Gouvernance au service de la croissance* : efficacité des services publics, lutte contre la corruption, justice.

Le pilier « croissance intelligente » repose sur l'idée que l'innovation et l'économie du savoir sont les principaux facteurs de croissance et de création d'emplois au XXIe siècle. Pour contribuer à la composante « R&D et innovation » de la stratégie, les pays d'Europe du Sud-Est sont invités à investir plus et mieux dans la recherche et l'innovation, en accordant la priorité à l'investissement et à la « spécialisation intelligente » de la région. Ils devraient pour cela mettre en œuvre des réformes institutionnelles et politiques et investir de façon stratégique dans quatre domaines :

- Renforcer la productivité et l'excellence en matière de recherche en investissant dans le capital humain en faveur de la recherche ; rénover les infrastructures disponibles et optimiser leur utilisation ; améliorer les systèmes d'incitation à la performance en matière de recherche ; et faire progresser le processus de Bologne[5] et l'intégration dans l'Espace européen de la recherche ;
- Faciliter la collaboration et le transfert de technologies entre la science et l'industrie en harmonisant davantage la

5. Voir le *Rapport de l'UNESCO sur la science 2010*, p. 150.

réglementation de la gestion de la propriété intellectuelle dans les organisations publiques de recherche ; créer des organisations de transfert de technologies (bureaux chargés du transfert de technologies, par exemple) ; apporter un soutien financier à la collaboration entre la science et l'industrie et à la réalisation de preuves de concept ; et renforcer les relations structurelles avec le monde des entreprises ;

- Encourager l'innovation des entreprises et les start-up innovantes en améliorant l'environnement entrepreneurial ; proposer des systèmes de tutorat afin d'accompagner les entreprises de la phase de préamorçage et de réalisation de prototypes à la phase de croissance et d'expansion ; et garantir une offre satisfaisante de technologies, de parcs scientifiques et de services d'incubation pouvant accueillir et encourager les jeunes entreprises ;
- Renforcer la gouvernance de la recherche nationale et des politiques d'innovation ; poursuivre le renforcement des capacités dans les institutions clés ; réformer les programmes de développement professionnel afin de mieux récompenser l'excellence en matière de recherche, la collaboration entre la science et l'industrie et le transfert de technologies ; réformer les instituts de recherche afin d'améliorer leurs performances ; et améliorer la transparence, la responsabilité et l'évaluation de l'impact des politiques de recherche et d'innovation.

Les mesures proposées dans le cadre du pilier « Croissance intelligente » sont celles définies par la *Stratégie régionale de R&D des Balkans occidentaux pour l'innovation*.

Pas assez de statistiques de bonne qualité

À part en Croatie et en Slovénie, on manque de données statistiques sur les systèmes de R&D en Europe du Sud-Est, et les rares données disponibles sont d'une qualité discutable. La collecte de données sur la R&D dans le secteur des entreprises commerciales est particulièrement problématique.

En octobre 2013, le Bureau régional pour la science et la culture en Europe de l'UNESCO, basé à Venise, et l'Institut de statistique de l'Organisation ont finalisé une stratégie qui doit permettre aux systèmes statistiques des Balkans occidentaux d'adopter d'ici 2018 les normes européennes sur le suivi des tendances nationales en matière de recherche et d'innovation.

Cette stratégie propose le lancement d'un projet régional qui pourrait être financé et mis en œuvre dans le cadre de la *Stratégie régionale de R&D des Balkans occidentaux pour l'innovation*. Ce projet offrirait des possibilités de formation et d'échanges de personnel tout en favorisant la coopération entre les bureaux de statistique. Il fournirait également des données nationales qui permettraient d'évaluer le degré de réussite de la *Stratégie régionale de R&D des Balkans occidentaux pour l'innovation* pour ce qui est d'encourager les activités de R&D d'ici 2020.

L'UNESCO propose la mise en place d'un mécanisme de coordination régionale des statistiques en matière de STI, qui pourrait relever soit du bureau de l'UNESCO à Venise, soit de son antenne de Sarajevo, et qui serait géré en étroite collaboration avec l'Institut de statistique de l'UNESCO et Eurostat.

Suivre les préceptes d'Horizon 2020 pour accélérer l'intégration européenne

En juillet 2014, les cinq pays d'Europe du Sud-Est non membres de l'UE ont annoncé leur décision de prendre part au programme Horizon 2020, qui succède au septième programme-cadre de l'UE pour la recherche et le développement technologique (2007-2013) auquel ils ont également participé. Les accords d'association qu'ils ont conclus s'appliquent rétroactivement à partir du 1er janvier 2014 et permettent aux entités de ces cinq pays de soumettre des projets de R&D en vue d'un financement dans le cadre du programme Horizon 2020.

Par ailleurs, les sept pays d'Europe du Sud-Est mettent actuellement en place des programmes de coopération scientifique bilatérale avec leurs voisins européens et participent à différents accords multilatéraux, notamment le Programme de coopération européenne en science et technologie (COST), qui favorise la création de réseaux coopératifs en finançant la participation des chercheurs à des conférences, des échanges scientifiques à court terme, etc. On peut également citer l'exemple d'Eureka, une initiative intergouvernementale paneuropéenne qui favorise la R&D industrielle orientée vers le marché en adoptant une approche ascendante qui permet à l'industrie de décider quels projets elle souhaite développer. Les pays d'Europe du Sud-Est participent également au programme de l'Organisation du traité de l'Atlantique Nord (OTAN) pour la science au service de la paix et de la sécurité et sont membres de divers organismes des Nations Unies, notamment l'Agence internationale de l'énergie atomique.

TENDANCES EN MATIÈRE DE R&D

Encore beaucoup à faire pour renforcer la compétitivité

Les pays d'Europe du Sud-Est sont pour la plupart confrontés à une stagnation, voire à une baisse des investissements en R&D. La Slovénie fait figure d'exception : bien qu'elle ait été touchée par la récession, elle a quasiment doublé son effort de R&D entre 2007 et 2013, le hissant à 2,65 % du PIB (figure 10.1).

L'écart entre les dépenses intérieures brutes de R&D (DIRD) des différents pays est encore plus marqué si l'on tient compte de leur population (figure 10.2). Ainsi, en 2013, l'investissement en R&D par habitant en Slovénie était 4,4 fois plus important qu'en Croatie et 24 fois plus important qu'en Bosnie-Herzégovine.

L'État reste la principale source de financement, exception faite de la Slovénie (figure 10.3). Le secteur universitaire joue un rôle de plus en plus important dans le financement et l'exécution de la R&D, tandis que le secteur commercial conserve un rôle modeste. En effet, les pays sont encore en train de restructurer leurs systèmes de R&D afin de les rendre plus innovants et plus compétitifs (tableau 10.2). Même en Slovénie, la confiance des investisseurs a été ébranlée par la croissance négative conjuguée à l'endettement du secteur bancaire public (tableau 10.1 et page 291).

Figure 10.1 : **Ratio DIRD/PIB en Europe du Sud-Est, 2003-2013 (%)**

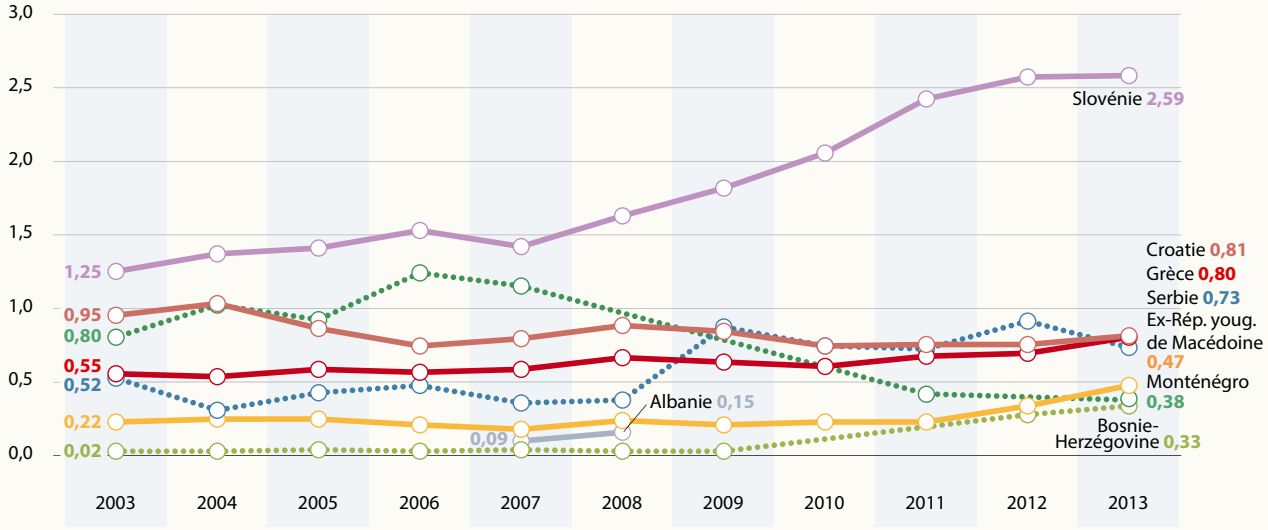
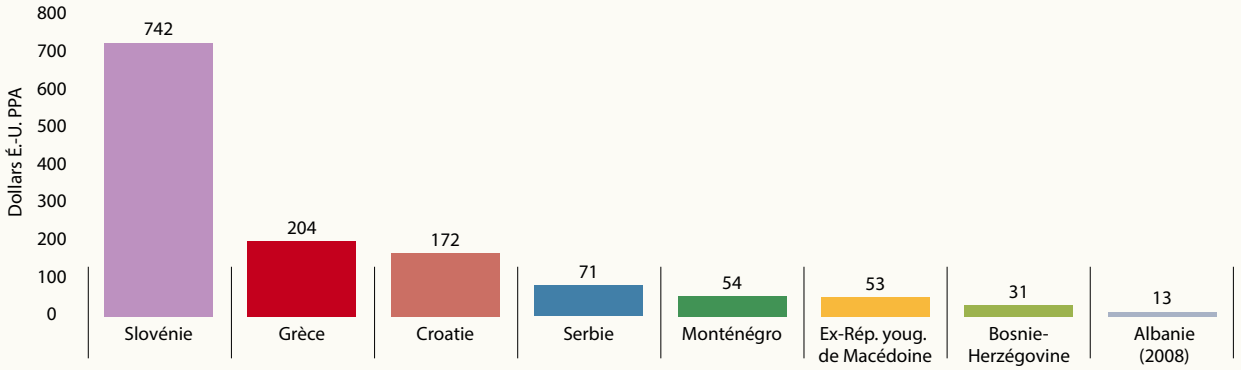
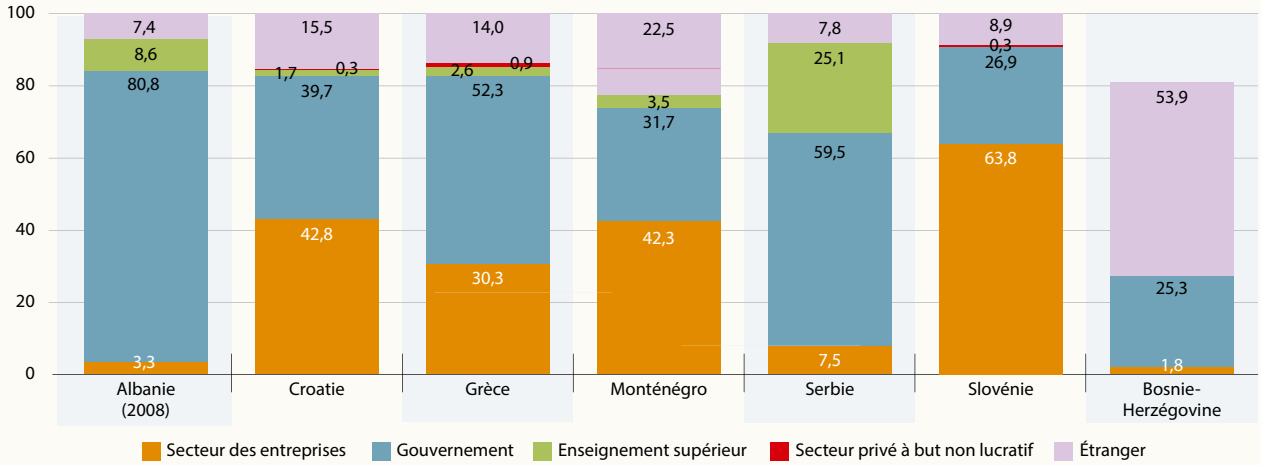


Figure 10.2 : **DIRD par habitant en Europe du Sud-Est, 2013 (%)**



Source : Institut de statistique de l'UNESCO, août 2015.

Figure 10.3 : **DIRD en Europe du Sud-Est par source de financement, 2013 (%)**



Remarque : Le pourcentage total n'est pas égal à 100 % pour la Bosnie-Herzégovine puisque 19 % des DIRD n'ont pas été imputés. On ne dispose pas de données récentes pour l'ex-République yougoslave de Macédoine.
Source : Institut de statistique de l'UNESCO, août 2015.

Une région toujours aux prises avec la fuite des cerveaux

Lors de leur transition vers une économie de marché, les pays de l'Europe du Sud-Est ont connu une importante fuite des cerveaux. Le ralentissement économique de ces dernières années n'a rien fait pour endiguer ce mouvement, même en Slovénie. Selon le Rapport sur la compétitivité dans le monde, tous les pays de la région sont mal classés pour ce qui est de retenir et d'attirer les chercheurs (Forum économique mondial, 2014). Seuls trois pays se classent parmi les 100 premiers pays (sur 148) pour leur capacité à retenir les chercheurs : l'Albanie, la Grèce et le Monténégro. La Grèce se retrouve en revanche à la 127e place en termes d'attractivité, une conséquence de la crise de la dette qui touche le pays[6] depuis 2008 (tableau 10.3). Le gouvernement albanais s'est efforcé d'attirer des chercheurs grâce à son Programme de retour des cerveaux : en 2008-2009, 550 postes universitaires ont ainsi été ouverts au recrutement international, et des fonds publics ont pour la première fois été engagés dans ce programme (République d'Albanie, 2009).

6. La dette publique représentait 121 % du PIB en 2008. Suite à un plan de sauvetage d'urgence de la Banque centrale européenne, l'endettement total de la Grèce a atteint 164 % du PIB en 2012. En contrepartie, l'État s'est vu obligé de réduire de façon drastique les dépenses publiques.

Plus de diplômés, donc plus de chercheurs

La forte augmentation du nombre de diplômés de l'enseignement supérieur au cours de la période 2005-2012 s'est logiquement traduite par une hausse du nombre de chercheurs (figures 10.4 et 10.5). Leurs perspectives d'emploi concernent majoritairement les universités. Si la Bosnie-Herzégovine et la Slovénie affichent une hausse spectaculaire du nombre de chercheurs, cette augmentation est surtout due à une amélioration de la couverture statistique (tableau 10.4). En Slovénie, cette hausse peut s'expliquer par une injection massive de financements en faveur de la R&D ces dernières années. À part en Croatie et en Slovénie, la demande de

Tableau 10.2 : **Compétitivité mondiale de l'Europe du Sud-Est, 2012-2014**

	Classement sur 144 pays			Stade* de développement
	2012	2013	2014	2014
Ex-Rép. yougoslave de Macédoine	80	73	63	Croissance axée sur l'efficience
Monténégro	72	67	67	Croissance axée sur l'efficience
Slovénie	56	62	70	Croissance axée sur l'innovation
Croatie	81	75	77	En transition entre le stade « efficience » et le stade « innovation »
Grèce	–	91	81	Croissance axée sur l'innovation
Bosnie-Herzégovine	88	87	–	Croissance axée sur l'efficience
Albanie	89	95	97	Croissance axée sur l'efficience
Serbie	95	101	94	Croissance axée sur l'efficience

* Voir le glossaire page 740. *Source :* Forum économique mondial (2012, 2013, 2014), *Rapports sur la compétitivité dans le monde,* Forum économique mondial.

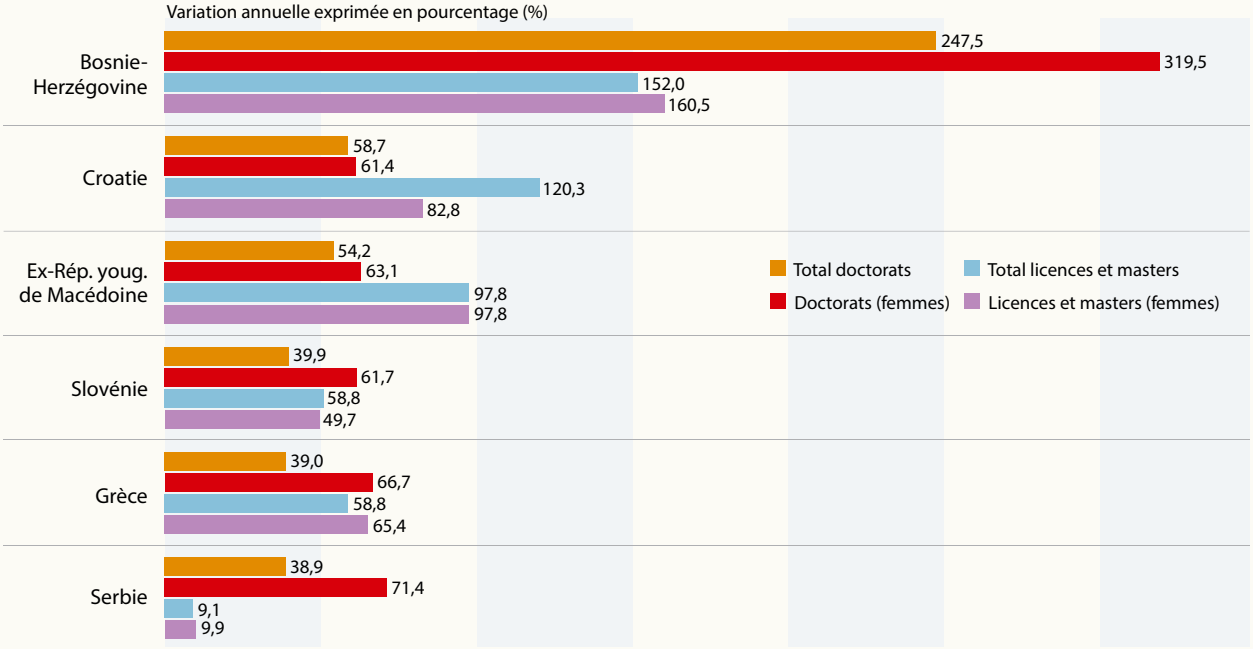
Tableau 10.3 : **Capacité à retenir et à attirer les chercheurs en Europe du Sud-Est, 2014**

Capacité du pays à retenir les chercheurs			Capacité du pays à attirer les chercheurs		
Pays	Valeur	Classement (sur 148 pays)	Pays	Valeur	Classement (sur 148 pays)
Albanie	3,1	93	**Albanie**	2,9	96
Bosnie-Herzégovine	1,9	143	**Bosnie-Herzégovine**	1,9	140
Croatie	2,1	137	**Croatie**	1,8	141
Ex-Rép. yougoslave de Macédoine	2,5	127	**Ex-Rép. yougoslave de Macédoine**	2,2	134
Grèce	3,0	96	**Grèce**	2,3	127
Monténégro	3,3	81	**Monténégro**	2,9	97
Serbie	1,8	141	**Serbie**	1,6	143
Slovénie	2,9	109	**Slovénie**	2,5	120

Source : Forum économique mondial (2014), *Rapport sur la compétitivité dans le monde 2014-2015 ;* pour la Bosnie-Herzégovine : Forum économique mondial (2013), *Rapport sur la compétitivité dans le monde 2013-2014.*

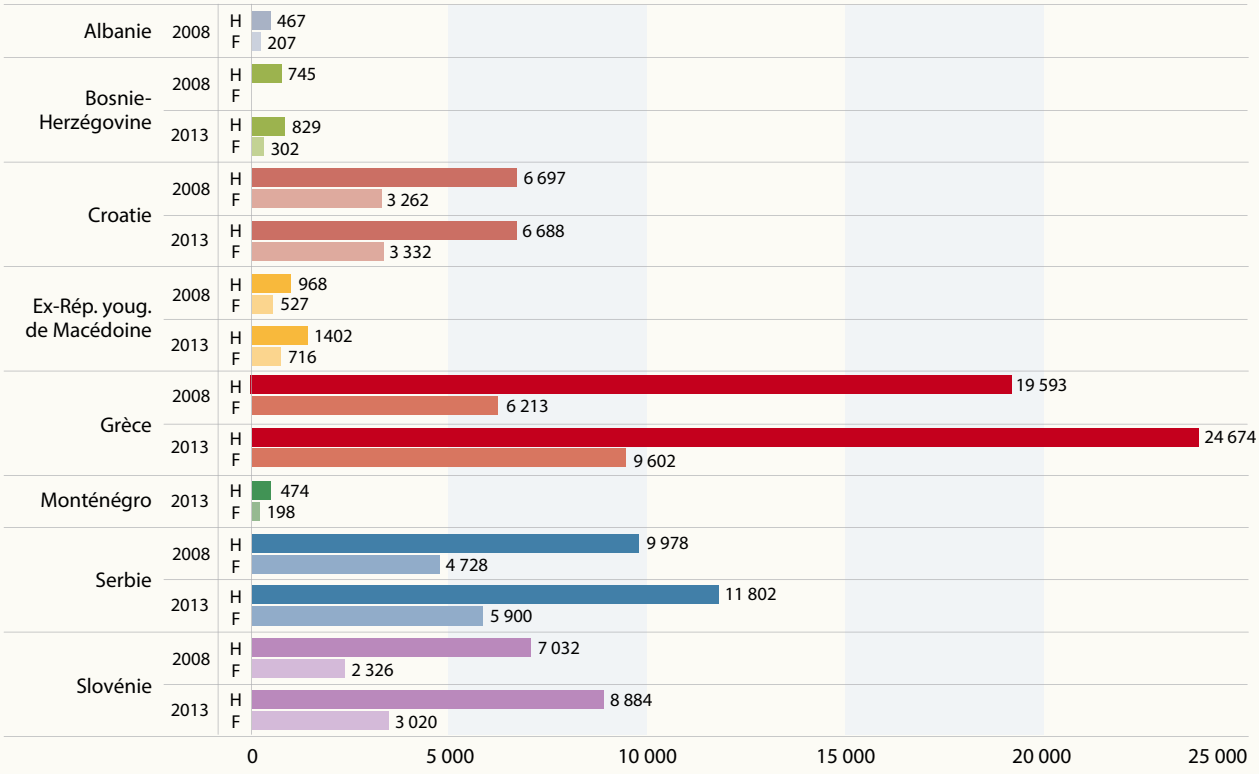
Figure 10.4 : **Augmentation du nombre de diplômés de l'enseignement supérieur en Europe du Sud-Est, 2005-2012**

Sélection de pays



Remarque : Pour la Bosnie-Herzégovine et la Serbie, ces chiffres couvrent la période 2007-2012, et pour la Grèce, la période 2007-2011.
Source : Institut de statistique de l'UNESCO, avril 2015.

Figure 10.5 : **Nombre de chercheurs en Europe du Sud-Est, 2008 et 2013**



Source : Institut de statistique de l'UNESCO, avril 2015.

R&D dans le secteur commercial est faible, voire quasi nulle en Albanie et en Bosnie-Herzégovine (figure 10.3).

La proportion de femmes dans la recherche est en revanche bien plus importante en Europe du Sud-Est que dans l'UE en général. Tous les pays de la région, à part la Grèce et la Slovénie, ont maintenu ou atteint la parité entre les sexes depuis 2005, ou sont sur le point de l'atteindre, comme l'Albanie (tableau 10.4).

La recherche est dominée par l'ingénierie

En Croatie, en Grèce, en Serbie et en Slovénie, les chercheurs sont généralement des ingénieurs. En ex-République yougoslave de Macédoine, la plupart travaillent dans l'ingénierie, puis dans les sciences médicales. Au Monténégro, c'est le domaine des sciences médicales qui emploie le plus de chercheurs, et en Albanie, c'est l'agriculture. Il est intéressant d'observer qu'environ un ingénieur sur trois est une femme, à part en Slovénie où les femmes ne représentent qu'un ingénieur sur cinq. En règle générale, les sciences médicales et les sciences humaines comptent même plus de chercheuses que de chercheurs (tableau 10.5). C'est également le cas de l'agriculture au Monténégro, en Serbie et en Slovénie, des sciences naturelles en ex-République yougoslave de Macédoine, au Monténégro et en Serbie, et des sciences sociales en Slovénie.

Les chercheurs se tournent généralement vers le secteur public ou celui de l'enseignement supérieur, à part en Slovénie, où l'industrie est le premier employeur (figure 10.6). Compte tenu

Tableau 10.4 : **Chercheurs en Europe du Sud-Est (personnes physiques) par million d'habitants et par sexe, 2005 et 2012**

	Population totale (en milliers) 2012	Par million d'habitants 2005	Par million d'habitants 2012	Total 2005	Total 2012	Femmes, 2005	Femmes, 2012	Femmes (%), 2005	Femmes (%), 2012
Albanie	3 162	–	545^{-4}	–	1 721^{-4}	–	763^{-4}	–	44,3^{-4}
Bosnie-Herzégovine	3 834	293	325^{+1}	1 135	1 245^{+1}	–	484^{+1}	–	38,9^{+1}
Croatie	4 307	2 362	2 647	10 367	11 402	4 619	5 440	44,6	47,7
Ex-Rép. yougoslave de Macédoine	2 106	1 167	1 361^{+1}	2 440	2 867^{+1}	1 197	1 409^{+1}	49,1	49,1^{+1}
Grèce	11 125	3 025	4 069^{-1}	33 396	45 239^{-1}	12 147	16 609^{-1}	36,4	36,7
Monténégro	621	1 028	2 419^{-1}	633	1 546^{-1}	252	771^{-1}	39,8	49,9^{-1}
Serbie	9 553	1 160	1 387	11 551	13 249	5 050	6 577	43,7	49,6
Slovénie	2 068	3 821	5 969	7 664	12 362	2 659	4 426	34,8	35,8

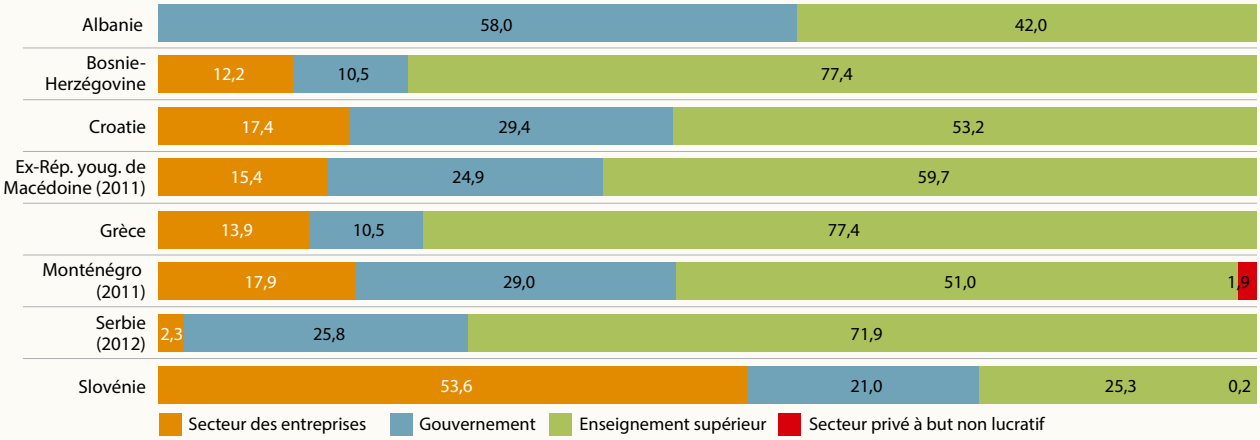
+n/-n = les données correspondent à un nombre *n* d'années avant l'année de référence.
Source : Institut de statistique de l'UNESCO, avril 2015.

Tableau 10.5 : **Chercheurs en Europe du Sud-Est (personnes physiques) par domaine et par sexe, 2012**

	Sciences naturelles	Femmes (%)	Ingénierie et technologie	Femmes (%)	Sciences médicales et sciences de la santé	Femmes (%)	Agriculture	Femmes (%)	Sciences sociales	Femmes (%)	Sciences humaines	Femmes (%)
Albanie, 2008	149	43,0	238	30,3	156	60,3	330	37,9	236	37,7	612	52,1
Bosnie-Herzégovine, 2013	206	43,7	504	29,6	31	58,1	178	42,7	245	54,7	68	19,1
Croatie	1 772	49,7	3 505	34,9	2 387	56,1	803	45,8	1 789	55,6	1 146	55,4
Ex-Rép. youg. de Macédoine, 2011	–	–	567	46,4	438	65,1	103	49,5	322	50,0	413	64,2
Grèce, 2011	6 775	30,7	15 602	29,5	9 602	43,0	2 362	33,1	5 482	38,0	5 416	54,1
Monténégro, 2011	104	56,7	335	37,0	441	58,5	66	54,5	291	46,0	309	51,8
Serbie	2 726	55,2	3 173	35,9	1 242	50,4	1 772	60,0	2 520	47,9	1 816	57,2
Slovénie	3 068	37,5	4 870	19,5	1 709	54,2	720	52,8	1 184	49,8	811	52,5

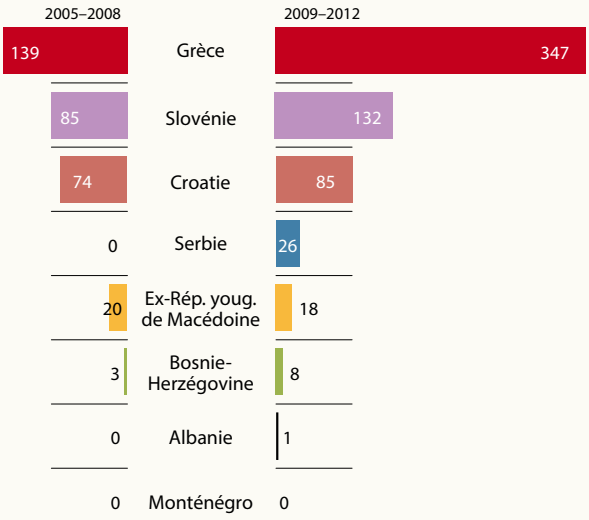
Source : Institut de statistique de l'UNESCO, avril 2015.

Figure 10.6 : **Chercheurs (ETP) en Europe du Sud-Est par secteur d'emploi, 2013 (%)**



Source : Institut de statistique de l'UNESCO, avril 2015.

Figure 10.7 : **Brevets délivrés par l'USPTO aux pays de l'Europe du Sud-Est, 2005-2008 et 2009-2012**



des problèmes actuels de collecte de données sur la R&D industrielle, ce tableau pourra être quelque peu modifié lorsque l'on disposera de statistiques de meilleure qualité.

En termes de production, on constate une nette augmentation du nombre de brevets en Croatie et en Slovénie et une hausse des paiements de redevances en Slovénie depuis le *Rapport de l'UNESCO sur la science 2010*. Les autres pays ont enregistré des progrès plus modestes (figure 10.7 et tableau 10.6).

La plupart des pays produisent un nombre de publications satisfaisant, signe de leur intégration durable dans la communauté scientifique internationale. La Slovénie arrive une fois de plus en tête, avec 33 fois plus de publications par million d'habitants que l'Albanie, et plus de deux fois plus que la Croatie. Il est à noter que cette production a considérablement augmenté dans tous les pays depuis 2005 (figure 10.8). En Serbie, elle a quasiment triplé entre 2005 et 2014, et le pays est passé de la troisième à la première place en termes de volume. Il existe dans la plupart des pays un bon équilibre entre les différents domaines scientifiques, l'ingénierie et les sciences physiques rivalisant avec les sciences de la vie.

Tableau 10.6 : **Brevets, publications et paiements de redevances en Europe du Sud-Est, 2002-2010**

	Paiements de redevances et recettes (en dollars É.-U. par habitant)		Collaboration de recherche entre les universités et l'industrie : 1 (faible) à 7 (élevée)		Brevets délivrés par l'USPTO par million d'habitants
	2006	2009	2007	2010	2002-2013
Albanie	2,39	6,39	1,70	2,20	0,3
Bosnie-Herzégovine	–	4,87	2,40	3,00	3,9
Croatie	50,02	55,25	3,60	3,40	45,9
Grèce	–	–	–	–	52,4
Ex-Rép. yougoslave de Macédoine	6,64	12,91	2,90	3,50	25,6
Serbie	–	28,27	3,10	3,50	2,8
Slovénie	85,62	159,19	3,80	4,20	135,1

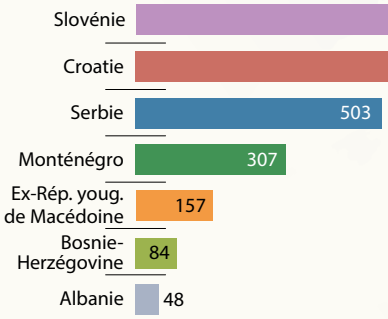
Remarque : Les données ne sont pas disponibles pour la Grèce et le Monténégro.
Source : Rapport de l'UNESCO sur la science 2010 et base de données K4D de la Banque mondiale sur le savoir au service du développement, consultée en octobre 2014.

Figure 10.8 : **Tendances en matière de publications scientifiques en Europe du Sud-Est, 2005-2014**



La Slovénie a de loin la densité de publication la plus élevée

Publications par million d'habitants en 2014



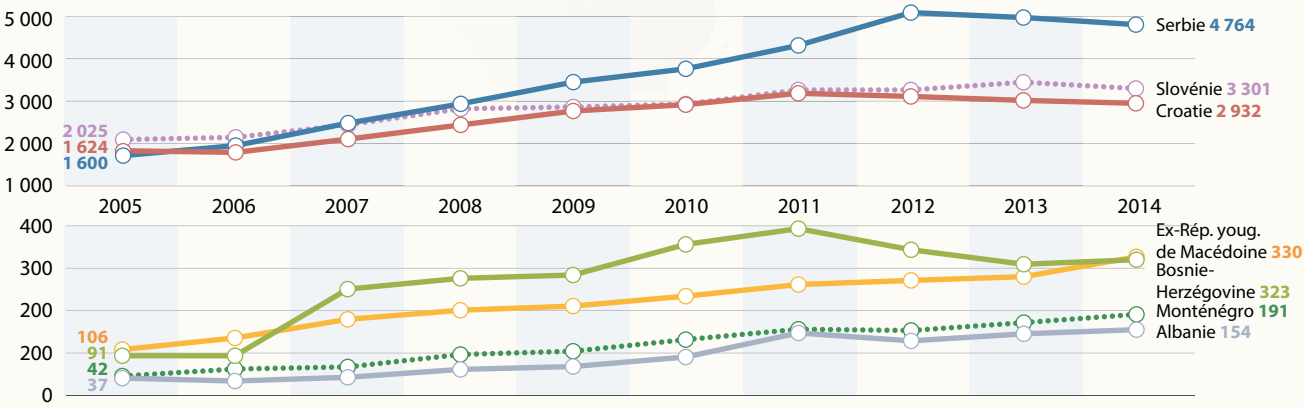
0,97

Taux moyen de citation pour la Slovénie, 2008-2012 ; la moyenne de l'OCDE est de 1,08 %

0,79

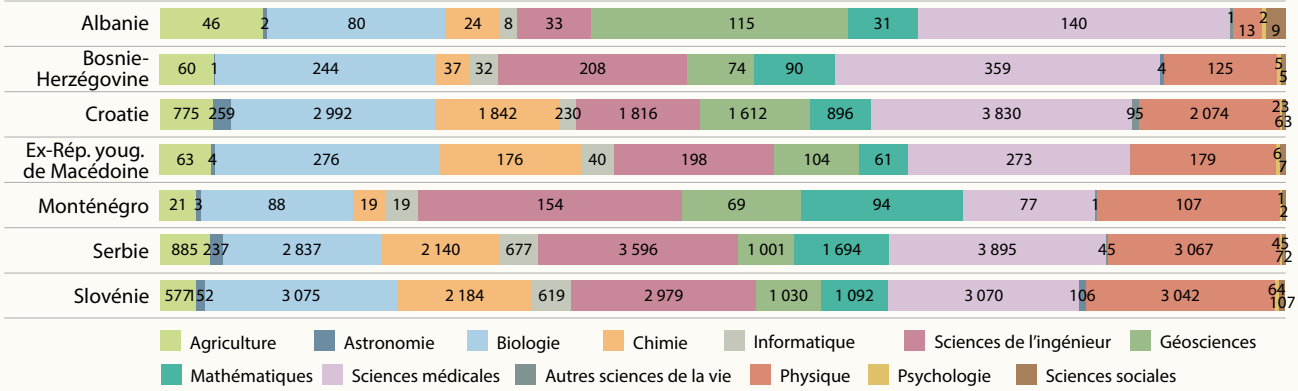
Taux moyen de citation pour les six autres pays de l'Europe du Sud-Est ; la moyenne de l'OCDE est de 1,08 %

La production a rapidement augmenté dans tous les pays depuis 2005



La plupart des articles traitent des sciences de la vie, de la physique et de l'ingénierie

Totaux cumulés par discipline, 2008-2014



Remarque : Les articles non indexés sont exclus des totaux.

Les principaux collaborateurs se trouvent en Europe et aux États-Unis

Principaux partenaires étrangers, 2008-2014 (nombre d'articles)

	1er partenaire	2e partenaire	3e partenaire	4e partenaire	5e partenaire
Albanie	Italie (144)	Allemagne (68)	Grèce (61)	France (52)	Serbie (46)
Bosnie-Herz.	Serbie (555)	Croatie (383)	Slovénie (182)	Allemagne (165)	États-Unis (141)
Croatie	Allemagne (2 383)	États-Unis (2 349)	Italie (1 900)	Royaume-Uni (1 771)	France (1 573)
Ex-Rép. yougoslave de Macédoine	Serbie (243)	Allemagne (215)	États-Unis (204)	Bulgarie (178)	Italie (151)
Monténégro	Serbie (411)	Italie (92)	Allemagne (91)	France (86)	Fédération de Russie (81)
Serbie	Allemagne (2 240)	États-Unis (2 149)	Italie (1 892)	Royaume-Uni (1 825)	France (1 518)
Slovénie	États-Unis (2 479)	Allemagne (2 315)	Italie (2 195)	Royaume-Uni (1 889)	France (1 666)

Source : Plate-forme de recherche Web of Science de Thomson Reuters, Science Citation Index Expanded ; traitement des données par Science-Metrix.

PROFILS DE PAYS

ALBANIE



Une R&D des entreprises quasi inexistante

Avant la crise financière mondiale, l'Albanie était l'une des économies les plus dynamiques d'Europe, avec des taux de croissance annuelle réelle de 6 % en moyenne. Après 2008, ce taux a été divisé par deux et on a vu apparaître des déséquilibres macroéconomiques, notamment une augmentation de la dette publique (60 % du PIB en 2012). Le niveau de pauvreté, qui avait diminué de moitié pour passer à environ 12,4 % de la population entre 2002 et 2008, est remonté à 14,3 %. Le taux de chômage est passé de 13,0 % en 2008 à 16,0 % en 2013, et même à 26,9 % chez les jeunes. La croissance économique est tombée à 1,3 % en 2013, conséquence de la dégradation de la situation dans la zone euro et des difficultés du secteur de l'énergie. La Banque mondiale prévoit pour l'économie albanaise une croissance de 2,1 % en 2014 et 3,3 % en 2015.

Selon le dernier rapport *Erawatch* sur l'Albanie (2013), qui cite le Ministère des finances, les afflux d'investissements directs étrangers (IDE) dans le pays ont triplé entre 2006 et 2012, passant d'environ 250 millions d'euros à 900 millions d'euros. On estime cependant que les IDE représentaient 7,7 % du PIB en 2011, environ 1,2 % de moins qu'en 2010. La présence de multinationales dans l'économie albanaise fait considérablement gonfler les recettes. Les investisseurs étrangers sont évidemment attirés par les coûts de production moins élevés et par les marges bénéficiaires potentiellement plus importantes que dans un pays plus développé. Toutefois, l'augmentation rapide des afflux d'IDE dans le pays peut également s'expliquer par l'amélioration de l'environnement entrepreneurial et les perspectives créées par la privatisation des entreprises d'État. Les IDE se concentrent généralement dans les domaines à faible valeur technologique de l'industrie manufacturière et des services.

En 2008, l'Albanie a consacré 0,15 % de son PIB aux DIRD, et à peine 3,3 % de ces dépenses avaient été engagées par le secteur des entreprises commerciales. La *Stratégie nationale pour la science, la technologie et l'innovation 2009-2015* révèle que les DIRD avoisinaient les 15 millions d'euros en 2009, ce qui correspond à moins de 0,2 % du PIB. Cette stratégie prévoit pour la période 2009-2015 un financement total cumulé de 151,95 millions d'euros pour la recherche, dont près de la moitié ira au secteur universitaire (69,45 millions d'euros). Le seul programme de financement de la recherche proprement dite est celui géré par le Ministère de l'éducation et des sciences (30 millions d'euros). Environ 3,3 millions d'euros serviront à équiper des laboratoires par le biais du projet d'infrastructures de recherche de la Banque mondiale, et un montant similaire financera les coûts de fonctionnement de l'Agence pour la recherche, la technologie et l'innovation (3,25 millions d'euros).

La *Stratégie nationale pour la science, la technologie et l'innovation 2009-2015* constitue la principale stratégie de l'Albanie en faveur de la recherche et de l'innovation. Adoptée en juillet 2009, elle avait été élaborée par le Ministère de l'économie, du commerce et de l'énergie suite à une évaluation des forces et des faiblesses du pays réalisée par l'UNESCO, qui avait notamment souligné son retard par rapport au reste de l'Europe et des Balkans. Les nouveaux programmes et financements visent à améliorer les infrastructures de recherche, à développer des programmes universitaires de premier, deuxième et troisième cycle et à nouer des relations durables entre les universités et le secteur privé. Cette stratégie introduit dans les principaux instruments politiques des critères de financement concurrentiels (pour les projets et les subventions). Elle met également en évidence des objectifs spécifiques en matière de R&D : augmenter les DIRD pour atteindre 0,6 % du PIB d'ici 2015, adopter des mesures d'innovation dans une centaine d'entreprises et porter la part des financements étrangers des projets de coopération à 40 % des DIRD, notamment. La part des DIRD en provenance de l'étranger était d'environ 12 % en 2007 et de 7 % en 2008.

La *Stratégie nationale pour la science, la technologie et l'innovation 2009-2015* est liée à la *Stratégie pour l'innovation des entreprises et la technologie 2011-2016*, dotée d'un budget de 10,31 millions d'euros, qui met en place des mesures de soutien en vue d'atteindre les objectifs décrits dans le précédent paragraphe. Environ 4,8 millions d'euros ont été réservés à un Fonds d'innovation qui subventionne notamment des petites et moyennes entreprises (PME) pour les aider à développer de nouveaux produits et à améliorer leurs procédés en adoptant de nouvelles technologies. La stratégie doit être financée en majeure partie par des donateurs étrangers ; 7 893 millions d'euros (soit 76,5 %) sont ainsi attendus de l'UE et d'autres donateurs. Cette initiative permettra aux PME d'adopter les nouvelles technologies de l'information et de la communication (TIC), considérées comme un facteur majeur de modernisation et d'innovation.

La *Stratégie pour l'innovation des entreprises et la technologie* a été lancée en 2010 par le Ministère de l'économie, du commerce et de l'énergie. Elle vient compléter le Programme stratégique 2011-2016 du ministère pour l'innovation et le développement technologique des PME. Ce programme, approuvé en février 2011, est soutenu par un projet EuropeAid, car il est établi que les entreprises albanaises ont une capacité limitée à se moderniser en adoptant les technologies de pointe existantes.

La *Stratégie pour l'innovation des entreprises et la technologie* et son *Plan d'action* sont actuellement mis en œuvre par le Centre relais d'entreprises et d'innovation, situé dans les locaux de l'Agence albanaise de développement de l'investissement[7] et en service depuis juin 2011. Cette stratégie s'articule autour de quatre grands axes pour la période 2011-2016 : un Fonds d'innovation, des services d'innovation pour les entreprises, un programme d'incubateur d'entreprises, et un projet de création de pôles de spécialisation.

Nécessité d'une démarche plus ciblée sur l'innovation des entreprises

Il est regrettable que l'Albanie n'adopte pas une démarche plus ciblée sur l'innovation et le développement technologique des entreprises, des notions restées implicites dans la *Stratégie nationale pour la science, la technologie et l'innovation 2009-2015*.

7. Voir http://aida.gov.al/?page_id=364.

Le système d'innovation albanais est en outre confronté à plusieurs écueils structurels : un manque de statistiques fiables et comparables sur la R&D et l'innovation, une coopération limitée entre les secteurs public et privé, des retards et un manque d'efficacité dans la mise en œuvre des stratégies et des programmes, et des faiblesses persistantes en matière de développement des ressources humaines. Ces dernières sont exacerbées par la faible progression de la mobilité des cerveaux et de la formation de nouveaux chercheurs et titulaires de doctorat dans les domaines des sciences et technologies, comme le souligne le rapport *Erawatch* 2013 sur l'Albanie.

En juin 2013, l'Albanie a adopté sa deuxième *Stratégie nationale de développement et d'intégration 2013-2020*, dont l'objectif est de rapprocher le pays d'une intégration dans l'UE. Cette stratégie définit de nouveaux secteurs prioritaires en matière de recherche, considérés comme importants pour répondre aux défis sociétaux et stimuler la croissance et la productivité de façon à résorber le chômage élevé.

Ces secteurs sont les suivants :

- Les TIC ;
- L'agriculture (vétérinaire, zootechnique), l'alimentation et les biotechnologies ;
- Les sciences sociales et l'albanologie ;
- La biodiversité et l'environnement ;
- L'eau et l'énergie ;
- La santé ;
- La science des matériaux.

BOSNIE-HERZÉGOVINE

De faibles dépenses de R&D même avant la récession

La Bosnie-Herzégovine se compose de trois entités distinctes : la Fédération de Bosnie-et-Herzégovine, la République serbe de Bosnie et le District de Brčko. À l'échelle nationale, le Ministère des affaires civiles coordonne la politique scientifique et la coopération internationale par l'intermédiaire du Département des sciences et de la culture. La coordination des politiques visant les PME au niveau national est assurée par le Ministère du commerce extérieur et des relations économiques mais, compte tenu de la structure constitutionnelle complexe du pays, la mise en œuvre et le financement des politiques sont dévolus à chaque entité.

Les données sur la R&D ont été collectées pour la première fois en 2003, et ne couvraient alors pas l'ensemble du pays.
Les premières statistiques nationales apparaissent dans la dernière enquête réalisée par l'Institut de statistique de l'UNESCO ; elles révèlent une progression des DIRD, passées de 0,27 % à 0,33 % du PIB entre 2012 et 2013, soit de 97,0 millions de dollars PPA à 120,5 millions de dollars PPA. Cette progression intervient alors que le pays a enregistré une croissance économique négative en 2012 et connu une hausse du chômage, passé de 24 % à 29 % de la population adulte entre 2008 et 2013 (tableau 10.1).

Les dernières données disponibles pour la Fédération de Bosnie-et-Herzégovine révèlent que l'ingénierie civile, l'ingénierie mécanique et l'ingénierie électrique ont bénéficié d'un degré de priorité légèrement plus élevé dans les cantons de Sarajevo, Tuzla et Zenica-Doboj que dans les autres entités du pays en 2010 (Jahić, 2011).

Quant aux données publiées par le Bureau de statistique de la République serbe de Bosnie, elles font apparaître un budget de 13,4 millions d'euros pour la R&D en 2011, soit 0,3 % du PIB de l'entité. Cette somme se répartit dans les secteurs économiques prioritaires suivants :

- L'exploration et l'exploitation de la Terre (25 %) ;
- Le progrès général des connaissances (23 %) ;
- L'environnement (10 %) ;
- L'agriculture (9 %) ;
- La production industrielle et la technologie (9 %) ;
- La culture, les loisirs, la religion et les médias de masse (5 %).

Une multiplicité de stratégies et des objectifs divergents

Depuis 2009, la Bosnie-Herzégovine a adopté pas moins de trois stratégies en matière de STI : une stratégie nationale et deux stratégies au niveau des entités, qui proposent des objectifs divergents.

Adoptée en 2009, la *Stratégie pour le développement de la science en Bosnie-Herzégovine 2010-2015* ambitionne de porter les DIRD à 1 % du PIB d'ici 2015. Cet objectif se fonde sur une prévision de croissance économique de 5 % par an d'ici 2015. Le gouvernement estime qu'une telle augmentation suffirait à payer le salaire de 3 000 chercheurs et de 4 500 autres membres du personnel de recherche du pays (Conseil des ministres, 2009). Cette stratégie prévoit également une contribution du secteur des entreprises commerciales à hauteur d'un tiers des DIRD d'ici 2015. En 2013, ce secteur a réalisé environ 59 % des travaux de recherche mais n'a financé que 2 % des DIRD (même si la destination de 19 % des DIRD reste inconnue, n'ayant pas été communiquée par le gouvernement lors de l'enquête de l'Institut de statistique de l'UNESCO).

Suite à l'éclatement de la Yougoslavie dans les années 1990, la recherche dans la jeune république était bien plus financée par les entreprises que par le gouvernement (ratio de 2 pour 1, voire 3 pour 1). La stratégie adoptée par la Fédération de Bosnie-et-Herzégovine en 2011 envisage de revenir à ce ratio. Elle prévoit également de porter les DIRD à 1 % du PIB d'ici 2013 et à 2 % d'ici 2017.

Quant à la République serbe de Bosnie, sa stratégie en faveur de la STI (2012) prévoit de faire passer les DIRD de 0,25 % du PIB en 2010 à au moins 0,50 % du PIB d'ici 2016 et à 1 % d'ici 2020, conformément aux objectifs stratégiques adoptés dans le cadre d'*Europe 2020* (République serbe de Bosnie, 2012). Cette stratégie pense pouvoir faire passer les dépenses de R&D des entreprises à 60 % des DIRD de l'entité (soit 0,3 % du PIB) d'ici 2016.

Selon Jahić (2011), la Bosnie-Herzégovine devrait relever plusieurs grands défis structurels, en particulier :

- Harmoniser les objectifs à long terme des différentes stratégies en matière de STI (au niveau national et au niveau des entités) et équilibrer la R&D des secteurs public et privé ;
- Encourager la demande intérieure de R&D ;
- Renforcer la collaboration avec le secteur commercial ;
- Faciliter le transfert de connaissances et de technologies ;
- Transformer le rôle des universités, essentiellement axées sur l'enseignement, pour en faire les principaux acteurs de la recherche.

Une volonté d'augmenter les dépenses de R&D

Afin de développer le système d'innovation national dans les cinq prochaines années, on a identifié les priorités suivantes :

- Stimuler l'excellence scientifique et permettre le transfert des connaissances et des résultats des découvertes scientifiques à l'industrie et aux entreprises (Conseil des ministres, 2009) ;
- Renforcer la coopération avec l'UE afin de financer la recherche scientifique, ainsi que les fonds alloués par le budget du Ministère des affaires civiles pour le cofinancement des projets internationaux (Conseil des ministres, 2009) ;
- Renforcer la commercialisation des résultats de recherche et la compétitivité des produits et procédés en adoptant des politiques et des financements en faveur de la R&D industrielle (République serbe de Bosnie, 2012) ;
- Renforcer le rôle des structures intermédiaires permettant de faciliter la recherche industrielle et d'augmenter la part de dépenses des entreprises dans la R&D (gouvernement de la République serbe de Bosnie, 2012) ;
- Se conformer aux *Directives 2006 de l'UNESCO pour une politique de la science et de la recherche en Bosnie-Herzégovine* (Papon et Pejovnik, 2006) et porter progressivement les DIRD à 2 % du PIB d'ici 2020 (Fédération de Bosnie-et-Herzégovine, 2011).

CROATIE



Les fonds européens, une aubaine pour la R&D croate

La Croatie n'a rejoint l'UE qu'assez récemment : son adhésion date en effet du 1er juillet 2013. Avant la crise financière mondiale, l'économie croate affichait une croissance annuelle de 4 à 5 %. En 2009, le pays est entré en récession (-7 %) mais s'est quelque peu redressé depuis. L'économie devrait connaître une croissance de 0,5 % en 2014 et les perspectives pour 2015 sont plutôt optimistes car on prévoit une reprise des exportations et de l'investissement dans la zone euro. La privatisation de grandes entreprises d'État et la possibilité de disposer de fonds européens, qui représentent environ 2 % du PIB en termes nets, devraient également renforcer les perspectives de croissance de la Croatie à moyen terme.

Le taux de chômage reste toutefois parmi les plus élevés d'Europe, à 17,7 % fin 2013, voire plus de 40 % chez les jeunes. D'après les estimations, la dette publique aurait dépassé 64 % du PIB en 2013, et la dette extérieure avoisine sans doute 103 % du PIB selon la Banque mondiale.

Un seul secteur économique a résisté à la tempête ces dernières années. Les joyaux naturels de la Croatie attirent en effet des millions de touristes chaque année, générant un revenu qui représente environ 15 % du PIB. Avec 47 % de son territoire et 39 % de son domaine maritime faisant l'objet d'une protection spéciale, la Croatie reste l'un des trésors écologiques de l'Europe.

Malgré la récession, le ratio des DIRD n'a que légèrement diminué entre 2009 et 2013, passant de 0,84 % à 0,81 % du PIB. Une analyse des tendances à plus long terme révèle que les DIRD de la Croatie ont diminué depuis 2004, puisqu'elles représentaient alors 1,05 % du PIB.

En 2013, plus d'un tiers des DIRD (42,8 %) étaient imputables au secteur des entreprises commerciales, et les financements étrangers représentaient pas moins de 15,5 %. La Croatie a donc encore des progrès à faire pour atteindre l'objectif annoncé dans sa *Politique scientifique et technologique 2006-2010*, à savoir consacrer 1 % du budget public à la R&D. La situation ne devrait d'ailleurs guère s'améliorer dans un avenir proche puisque le gouvernement a décidé de réduire le budget du Ministère de la science, de l'éducation et des sports, le faisant passer de 9,69 % du budget de l'État en 2012 à 8,75 % en 2015, selon le rapport *Erawatch* sur la Croatie. Deux tiers des dépenses budgétaires de l'État en faveur de la R&D sont en fait utilisés pour payer les salaires des chercheurs des institutions publiques et des universités. Les ressources restantes servent à subventionner des projets de recherche, à financer du matériel, etc. À peine 5,7 % des dépenses budgétaires environ sont allouées au financement concurrentiel de la recherche, et 1,4 % aux projets technologiques.

Le Ministère de la science, de l'éducation et des sports est le principal financeur, mais quatre autres mécanismes contribuent également au financement de la recherche (UE, 2013) :

- La Fondation croate pour la science, créée en 2001 afin d'encourager l'excellence scientifique ;
- L'Agence croate pour l'innovation des entreprises (BICRO), qui encourage le transfert de technologies entre les universités et l'industrie et la création de start-up et d'entreprises par essaimage. La BICRO soutient la mise en œuvre de différents programmes de l'UE en Croatie, notamment l'instrument d'aide de préadhésion et le programme de développement des entreprises du savoir et de la recherche (RAZUM). En mai 2010, la BICRO a lancé le volet croate du programme européen Proof of Concept, qui assure le financement des essais techniques et commerciaux de concepts innovants, avant leur commercialisation. L'Institut croate pour la technologie a fusionné avec la BICRO en février 2012 afin de renforcer l'efficacité des investissements des instruments structurels européens dans les domaines de la recherche, du développement et de l'innovation ;

- Le Fonds de l'unité par le savoir, qui favorise la coopération entre les chercheurs locaux et la diaspora, mais également entre les secteurs public et privé grâce à un programme de subvention de la recherche dans l'industrie et le milieu universitaire mis en place en 2007 ;
- Le Fonds d'investissement pour la science et l'innovation, créé en 2009 afin d'encourager le transfert de technologies et l'entrepreneuriat universitaire via la commercialisation des résultats de recherche des universités.

La Croatie dispose également de deux organismes non financiers : l'Agence pour la science et l'enseignement supérieur, chargée de mettre en place un réseau national d'assurance qualité, et l'Agence croate pour la mobilité et les programmes européens, qui organise des programmes de mobilité et de formation continue dans l'UE.

Le Ministère de l'entrepreneuriat et de l'artisanat et le Ministère de l'économie épaulent le Ministère de la science, de l'éducation et des sports pour financer l'entrepreneuriat d'innovation et les infrastructures commerciales.

Du financement de projets au financement de programmes

L'évolution la plus importante du système d'innovation croate ces dernières années a été de passer du financement de projets au financement de programmes. La loi sur la recherche scientifique et l'enseignement supérieur constitue le socle juridique de cette transition. Adoptée par le Parlement en juillet 2013, elle prévoit un nouveau modèle de « contrats programmes » entre le Ministère de la science, de l'éducation et des sports et les organismes de recherche. Le principal objectif est de mettre un terme à la pratique actuelle, qui consiste à financer un grand nombre de petits projets scientifiques en acceptant plus de 80 % des projets proposés. L'attribution par voie de concurrence des bourses de recherche est par ailleurs transférée du Ministère à la Fondation croate pour la science, qui se voit chargée d'élaborer un nouveau dispositif pour les projets et programmes compétitifs en s'inspirant du modèle de recherche collaborative de l'UE (UE, 2013).

Le deuxième projet Science et technologie a été lancé en 2012 avec un budget estimé à 24 millions d'euros pour la période 2012-2015. Il vise à améliorer l'efficacité des institutions publiques de R&D, à adapter les programmes de la BICRO et du Fonds de l'unité par le savoir aux réglementations européennes et à préparer les dossiers de demande de fonds structurels et de fonds de cohésion européens.

Pas de véritable politique de développement régional

Il n'existe actuellement aucune véritable politique de développement régional de la recherche en Croatie, essentiellement parce que le manque de ressources empêche les comitats et les municipalités de participer plus activement au développement des capacités institutionnelles. Le pays est sur le point de finaliser sa *Stratégie nationale de recherche et d'innovation pour une spécialisation intelligente*, destinée à favoriser l'innovation et la compétitivité des entreprises. Une telle stratégie est un prérequis pour bénéficier du soutien du Fonds européen de développement régional (l'un des fonds structurels de l'UE) pour le développement des infrastructures. Le Ministère du développement régional et des fonds européens devrait jouer un rôle plus important après l'obtention des premiers versements du Fonds européen de développement régional.

Selon le Tableau de bord de l'Union de l'innovation (UE, 2014)[8], la Croatie fait partie des *innovateurs modérés*, dont les résultats sont inférieurs à la moyenne de l'UE. Ce groupe comprend également l'Espagne, la Pologne et la Slovaquie. La *Politique scientifique et technologique 2006-2010* définit plusieurs domaines prioritaires, tous en rapport avec l'innovation : les biotechnologies, les nouveaux matériaux synthétiques et les nanotechnologies. Les dépenses de R&D des entreprises ont toutefois stagné à 0,36 % du PIB en 2008 et 0,35 % en 2013, alors que ce secteur a mené 50,1 % des travaux de R&D en 2013.

La Croatie a adopté pour la R&D un système d'allègements fiscaux très généreux par rapport aux pays de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) : en effet, elle accorde environ 35 cents de subvention par dollar dépensé en R&D. Cependant, en 2012, elle a légèrement reculé dans le classement du Tableau de bord de l'Union de l'innovation suite à une chute des ventes de produits innovants récemment commercialisés par les entreprises croates.

Un environnement non propice à l'innovation

En règle générale, la Croatie produit plus de publications scientifiques que de brevets, avec une centaine d'articles par brevet enregistré. Le secteur de l'enseignement supérieur a déposé 13 demandes de brevet en 2010, soit environ 23 % de l'ensemble des demandes de brevet déposées dans le pays cette année-là.

Aujourd'hui, la Croatie est confrontée à cinq grands défis structurels :

- Sa politique en matière de R&D est obsolète et manque d'envergure, mais également d'un cadre stratégique cohérent et intégré ; la *Stratégie nationale de recherche et d'innovation pour une spécialisation intelligente* qui doit être adoptée en 2015, devrait contribuer à relever ce défi ;
- L'environnement entrepreneurial n'est pas propice à l'innovation ;
- À l'exception de quelques gros investisseurs, les entreprises privées manifestent peu d'intérêt pour la R&D ;
- La réforme de la recherche et du système d'enseignement supérieur reste pour le moment hésitante ;
- Le système de recherche et d'innovation régionales présente encore des lacunes.

8. Voir également le glossaire à la page 740.

Encadré 10.3 : **En Croatie, un premier incubateur pour les start-up spécialisées dans les biosciences**

Le Centre d'incubation pour la commercialisation des biosciences et des biotechnologies (BIOCentar) est le premier du genre en Croatie et dans l'ensemble de la région. Cette structure, qui doit ouvrir ses portes en 2015, occupera près de 4 500 m² sur le campus de l'Université de Zagreb, pour un coût avoisinant 140 millions de kunas croates (environ 23 millions de dollars É.-U.).

Une fois opérationnel, l'incubateur accompagnera la création et le développement d'entreprises par essaimage issues de projets de recherche menés par les institutions publiques et les universités. Il fournira aux petites et moyennes entreprises spécialisées dans les biosciences et les biotechnologies les infrastructures et les services dont elles ont besoin pour développer leur activité.

BIOCentar est le premier grand projet d'infrastructure en Croatie. Cet investissement en installations nouvelles est financé par le biais de l'instrument d'aide de préadhésion de l'UE.

L'Université de Zagreb est l'une des trois universités qui jouent le rôle de bureaux de transfert de technologies en Croatie, les deux autres étant l'Université de Split et l'Université de Rijeka. Le bureau de transfert de technologies de l'Université de Rijeka s'est quant à lui développé pour devenir récemment un parc technologique et scientifique.

Source : UE (2013).

La *Stratégie nationale pour le développement de l'innovation croate 2014-2020* a été élaborée par des experts locaux en collaboration avec l'OCDE. Elle définit cinq piliers stratégiques visant à développer le système d'innovation croate, ainsi qu'une quarantaine de consignes de mise en œuvre :

- Renforcement du potentiel d'innovation des entreprises et création d'un environnement réglementaire propice à l'innovation ;
- Amélioration de la circulation des connaissances et des interactions entre l'industrie et les universités ;
- Renforcement de la base scientifique et technologique et amélioration de l'efficacité du transfert de technologies entre les institutions de recherche (voir également encadré 10.3) ;
- Développement des ressources humaines dans le domaine de l'innovation ;
- Amélioration de la gouvernance du système d'innovation national.

En décembre 2012, le Ministère de la science, de l'éducation et des sports a adopté un *Plan d'action pour la science et la société*, qui propose d'équilibrer le ratio hommes-femmes chez les chercheurs, en particulier dans les structures de direction, avec au minimum une femme pour trois hommes dans les conseils nationaux, les principaux comités, les instances scientifiques et politiques, etc. (UE, 2013).

EX-RÉPUBLIQUE YOUGOSLAVE DE MACÉDOINE



Améliorer la gouvernance de l'innovation

L'ex-République yougoslave de Macédoine n'a pas trop mal résisté à la crise économique. La croissance, initialement faible, est désormais stimulée par la construction et les exportations, et devrait atteindre 3 % en 2014 et 2015. La dette publique reste également modérée, à 36 % du PIB en 2013.

Le pays a obtenu le statut de candidat officiel à l'UE en 2005 et a entamé en mars 2012 un « dialogue d'adhésion de haut niveau » avec la Commission européenne. C'est l'un des pays les plus pauvres d'Europe, avec un PIB par habitant de 3 640 euros par an, soit à peine 14 % de la moyenne de l'Europe des Vingt-Sept. Le chômage, après avoir atteint le niveau record de 31,4 % en 2011, était encore extrêmement élevé au premier trimestre 2014 (28,4 % d'après l'Office national de statistique).

Les DIRD sont modestes, mais l'effort de R&D du pays a augmenté ces dernières années, passant de 0,22 % du PIB en 2011 à 0,47 % en 2013, selon l'Institut de statistique de l'UNESCO. Le secteur public finance environ deux tiers de la R&D selon *Erawatch*, qui observe également que le financement privé de la R&D est passé de 3,32 millions d'euros à 2,77 millions d'euros entre 2009 et 2010, entraînant une diminution de 18,0 % des DIRD. Les fonds étrangers ont couvert 16,7 % des dépenses totales de R&D en 2010.

Le Tableau de bord de l'Union de l'innovation publié par l'UE en 2014 classe l'ex-République yougoslave de Macédoine parmi les *innovateurs modestes*, aux résultats nettement inférieurs à la moyenne de l'UE, au même titre que la Bulgarie, la Lettonie et la Roumanie. Les performances du pays en matière d'innovation se sont toutefois améliorées entre 2006 et 2013.

Le système de recherche macédonien est confronté à divers défis structurels :

- Une gouvernance inefficace du système d'innovation ;
- Un manque de ressources humaines de qualité en matière de R&D ;
- Des relations limitées entre la science et l'industrie ;
- Une faible capacité d'innovation dans les entreprises ;
- L'absence de feuille de route nationale concernant la construction d'infrastructures de recherche de qualité.

Une stratégie visant à stimuler la recherche et l'innovation

L'État a opté pour une stratégie visant à stimuler la R&D au moyen d'incitations fiscales et de subventions. Les incitations fiscales ont été mises en place en 2008 avec les « subventions scientifiques », suivies en 2012 des « subventions créatives ». Le montant des financements octroyés n'est cependant pas connu, de même que l'impact de ces mesures sur la R&D.

En 2012, le gouvernement a adopté la *Stratégie nationale d'innovation 2012-2020*, préparée par le Ministère de l'économie. La même année, le Ministère de l'éducation et des sciences a élaboré et adopté la *Stratégie nationale pour les activités de R&D scientifique à l'horizon 2020* ainsi que le Programme national pour les activités de R&D scientifique 2012-2016. Les deux stratégies définissent clairement des priorités nationales en matière de recherche et proposent un plan d'action pour les mettre en œuvre. Si la première adopte une démarche horizontale pour encourager l'innovation des entreprises, en proposant notamment un environnement réglementaire plus favorable, la stratégie comme le programme sont plutôt axés sur les citoyens.

Des plans pour augmenter les dépenses de R&D et bâtir une société sobre en carbone

Le principal objectif du Programme national et de la *Stratégie nationale pour les activités de R&D scientifique à l'horizon 2020* est de créer une société du savoir en portant les DIRD à 1,0 % du PIB d'ici 2016 et 1,8 % du PIB d'ici 2020, avec une participation de 50 % du secteur privé. Les grandes priorités thématiques établies dans la *Stratégie nationale* s'inspirent essentiellement du programme *d'Europe 2020*. Elles sont définies plus précisément par le Programme national pour les activités de R&D scientifique :

- Construction d'une société ouverte et d'une économie compétitive grâce à un soutien au développement socioéconomique, aux politiques économiques, aux réformes structurelles, à l'éducation, à la recherche, à la société de l'information et au développement global du système d'innovation national ;
- Création d'une société sobre en carbone grâce à l'efficacité énergétique et à l'utilisation d'énergies renouvelables, de moyens de transport durables et de technologies propres ;
- Développement durable, notamment gestion durable des ressources naturelles, qualité de l'air, de l'eau et du sol ;
- Sécurité et gestion de crise ;
- Développement socio-économique et culturel.

MONTÉNÉGRO



Plus de dépenses de R&D mais peu d'impact sur les entreprises

La crise économique mondiale a révélé que l'économie du Monténégro souffrait de faiblesses structurelles qui ont rendu le pays plus vulnérable que prévu à la récession, avec une diminution de 5,7 % du PIB en 2009. La croissance économique a atteint en moyenne 2,9 % en 2010 et 2011 avant de connaître un important ralentissement en 2012 à cause d'un faible recours au crédit, de conditions météorologiques difficiles qui ont réduit la production d'énergie, de la faillite d'une grande aciérie (Nikšić) et de la baisse de production d'une usine d'aluminium déficitaire (KAP). En 2013, l'économie a renoué avec la croissance et l'inflation a diminué, redescendant à 2,1 % contre 3,6 % l'année précédente. La croissance, favorisée par les IDE dans les secteurs du tourisme et de l'énergie et par les investissements publics, devrait atteindre environ 3,2 % entre 2014 et 2016.

En 2013, les DIRD représentaient 0,38 % du PIB et étaient en nette augmentation par rapport aux années précédentes malgré une politique budgétaire extrêmement restrictive. Cela s'explique en grande partie par la mise en œuvre en 2012 d'un appel à propositions de 5 millions d'euros pour des projets scientifiques et de recherche couvrant la période 2012-2014. Cet appel à propositions avait été annoncé par le Ministère des sciences, en collaboration avec les Ministères de l'agriculture et du développement rural, de la santé, de la société de l'information et des télécommunications, du développement durable et du tourisme, de l'éducation et des sports, et de la culture. Sur 198 propositions, environ 104 ont été retenues.

Le secteur commercial finance plus de 40 % de la R&D

En 2013, le secteur des entreprises commerciales finançait 42 % des DIRD au Monténégro, et les entreprises de R&D se concentraient en majorité dans trois secteurs : l'agriculture, l'énergie et les transports. Ces trois secteurs représentaient 22 % des DIRD en 2011. Les DIRD sont financées à plus d'un tiers par de l'argent public (35,2 % en 2013), et à 23 % par des financements étrangers, essentiellement de l'UE et d'autres instances internationales.

En mai 2012, le Monténégro est devenu membre de l'Organisation mondiale du commerce (OMC), suite à l'engagement du gouvernement d'ouvrir le pays au commerce régional et international. En octobre 2011, la Commission européenne a recommandé l'ouverture des négociations d'adhésion avec le Monténégro ; celles-ci ont officiellement débuté le 29 juin 2012.

Plusieurs documents politiques[9] ont recensé les grands défis qui attendent le système d'innovation du Monténégro :

9. Notamment des publications du gouvernement telles que *Le Monténégro au XXIe siècle : À l'ère de la compétitivité* (2010), le *Plan de développement national* (2013) et la *Stratégie pour l'emploi et le développement des ressources humaines 2012-2015*, ainsi que des évaluations externes menées par l'OCDE et la Banque mondiale et le rapport de pays *Erawatch* sur le Monténégro (2011).

- Un petit nombre de chercheurs ;
- Des infrastructures de recherche inadaptées ;
- Un faible niveau de production scientifique ;
- Une faible mobilité des chercheurs ;
- Trop peu de commercialisation de la recherche et de collaboration avec le secteur commercial ;
- De faibles dépenses de R&D de la part des entreprises et une application limitée des résultats de recherche dans l'économie.

Un projet consacré au renforcement de l'enseignement supérieur et de la recherche

Fin 2012, l'État a adopté une nouvelle version de sa *Stratégie pour l'activité de recherche scientifique 2012-2016*, qui définit trois objectifs stratégiques :

- Développer la communauté scientifique ;
- Renforcer la coopération multilatérale, régionale et bilatérale ;
- Encourager la coopération entre la communauté scientifique et le secteur commercial.

Le projet Enseignement supérieur et recherche au service de l'innovation et de la compétitivité (HERIC) devrait contribuer à atteindre ces objectifs. Il vise à renforcer la qualité et la pertinence de l'enseignement supérieur et de la recherche au Monténégro. Mis en œuvre entre mai 2012 et mars 2017, il est financé à hauteur de 12 millions d'euros par un prêt de la Banque mondiale. Ce projet se décompose en quatre volets : réforme du financement de l'enseignement supérieur et adoption de normes d'assurance qualité ; renforcement du capital humain grâce à l'internationalisation de la formation et de la recherche ; mise en place d'un environnement de recherche compétitif ; gestion, suivi et évaluation des projets.

L'une des premières initiatives prises par le Ministère des sciences et le Ministère de l'éducation au lancement du projet HERIC a été la création, fin 2012, du premier centre d'excellence pilote. Le Ministère des sciences travaille également à la création du premier parc scientifique et technologique du pays, qui doit voir le jour d'ici 2015. Celui-ci devrait se composer de trois unités basées à Nikšić, Bar et Pljevlja et d'un centre chargé de la coordination du réseau à Podgorica.

SERBIE



De meilleures performances en matière d'innovation

La Serbie se relève peu à peu de la crise financière mondiale. Après une diminution de 3,5 % du PIB en 2009, l'économie est parvenue à maintenir une croissance positive depuis 2011. Si le PIB a connu une augmentation record de 2,5 % en 2013, il devrait redescendre à 1 % en 2014 en raison du resserrement budgétaire, du recul des afflux d'investissement et de la situation encore fragile du secteur financier national. On prévoit à moyen terme des taux de croissance plus dynamiques, de l'ordre de 2 à 3 %.

La persistance d'un niveau élevé de chômage (22,2 % de la population active en 2013 et environ 50 % chez les 15-24 ans) et la stagnation des revenus des ménages sont une source de préoccupations politiques et économiques constantes pour le gouvernement. En juin 2013, celui-ci a revu à la hausse sa dette publique pour 2013, qui est passée de 3,6 % à 5,2 % du PIB. Il a par ailleurs adopté un programme de réformes du secteur public comprenant un plan d'action visant à achever la restructuration d'ici fin 2014, en privatisant notamment 502 entreprises d'État. Les exportations ont été le seul moteur de croissance en 2012 : elles ont en effet progressé de 13,5 % grâce à l'ouverture d'une chaîne de montage par le constructeur automobile italien Fiat au deuxième semestre 2012.

En 2013, l'effort de R&D de la Serbie représentait 0,73 % du PIB. La part du secteur des entreprises commerciales ne représentait que 8 %, le financement ayant été essentiellement assuré par l'État (60 %) et le secteur de l'enseignement supérieur (25 %). La part des financements étrangers s'élevait à 8 % des DIRD, tandis que celle des organisations privées à but non lucratif était pratiquement nulle. Les organisations à but non lucratif sont en effet les seules à bénéficier d'une incitation fiscale en matière de R&D en Serbie : elles sont ainsi exonérées d'impôts sur les services de R&D qu'elles fournissent à leurs clients dans le cadre de contrats à but non lucratif.

Selon le Tableau de bord de l'Union de l'innovation (UE, 2014), la Serbie fait partie des *innovateurs modérés*, tout comme la Croatie. Ce tableau de bord révèle toutefois une amélioration des performances en matière d'innovation depuis 2010, grâce à une meilleure collaboration entre les PME et aux efforts de différentes catégories d'innovateurs. La Serbie affiche d'excellentes performances pour ce qui est de l'éducation des jeunes (enseignement secondaire supérieur) et des perspectives d'emploi dans les secteurs à forte concentration de savoir. Elle obtient également de bons résultats pour les dépenses d'innovation hors R&D. En revanche, ses performances sont relativement décevantes en ce qui concerne les modèles communautaires, les marques communautaires (malgré une forte augmentation) et les dépenses de R&D des entreprises. La forte croissance des dépenses publiques de R&D a été contrecarrée par une diminution des exportations de services à forte concentration de savoir et par une baisse du nombre de doctorants non-ressortissants de l'UE en Serbie.

Le système d'innovation national de la Serbie se trouve aujourd'hui face à plusieurs défis structurels majeurs :

- Une absence de coordination de la gouvernance et des financements ;
- Une représentation linéaire du processus d'innovation de la part du gouvernement, qui entraîne une importante fragmentation du système d'innovation : il s'agit du principal obstacle à la coopération entre le secteur de la R&D et le reste de l'économie ainsi que la société en général ;
- Une fuite des cerveaux persistante (émigration de personnes très instruites) ;

- Un manque d'attractivité du système d'innovation pour les investisseurs privés : le gouvernement devrait restructurer le système de R&D public et intégrer le secteur privé dans le système d'innovation national ;
- Un manque de culture de l'entrepreneuriat technologique dans les universités et le secteur public ;
- L'absence d'une culture d'évaluation ;
- Un système qui favorise l'offre de R&D au détriment de la demande.

Un ratio DIRD/PIB de 1 % : un objectif réalisable

En février 2010, la Serbie a adopté sa *Stratégie pour le développement scientifique et technologique de la République de Serbie 2010-2015*. L'objectif majeur de cette politique est de consacrer 1 % du PIB aux DIRD d'ici 2015, sans compter les investissements dans les infrastructures : cet objectif est aujourd'hui réalisable à condition de redoubler d'efforts. Cette stratégie repose sur deux principes fondamentaux : le ciblage et la collaboration. Pour garantir le ciblage, il convient de définir une liste de priorités nationales en matière de recherche ; la collaboration, quant à elle, doit se fonder sur le renforcement des relations avec les institutions, les entreprises et les autres ministères afin de permettre à la Serbie de faire avaliser ses idées sur le marché mondial, et aux scientifiques, de participer à divers projets (infrastructures et autres) en Serbie.

La stratégie définit sept priorités nationales en matière de R&D : la biomédecine et la santé humaine, les nouveaux matériaux et les nanosciences, la protection de l'environnement et l'atténuation du changement climatique, l'agriculture et l'alimentation, l'énergie et l'efficacité énergétique, les TIC, et enfin l'amélioration des processus de décision et l'affirmation de l'identité nationale.

Dans le cadre de la *Stratégie pour le développement scientifique et technologique de la République de Serbie* a été lancée en janvier 2011 l'Initiative serbe d'investissement dans les infrastructures de R&D, dotée d'un budget de 420 millions d'euros et financée pour moitié par un prêt de l'UE. Ses priorités sont les suivantes : renforcer les capacités existantes (environ 70 millions d'euros), adapter les bâtiments et laboratoires existants, acquérir de nouveaux biens d'équipement pour la recherche, créer des centres d'excellence et des centres de recherche universitaires (environ 60 millions d'euros), développer les superordinateurs par le biais de l'initiative « Blue Danube », ainsi que d'autres infrastructures de TIC (30 à 80 millions d'euros), créer un campus pour les facultés de sciences techniques de l'Université de Belgrade, construire des parcs scientifiques et technologiques à Belgrade, Novi Sad, Niš et Kragujevac (environ 30 millions d'euros), et mettre en œuvre des projets d'infrastructures de base, notamment la construction d'immeubles pour les chercheurs à Belgrade, Novi Sad, Niš et Kragujevac (environ 80 millions d'euros).

En 2012, la recherche fondamentale représentait 35 % des projets de recherche menés en Serbie, la recherche appliquée 42 %, et le développement expérimental 23 %, selon l'Institut de statistique de l'UNESCO. La *Stratégie* vise à augmenter la part de la recherche appliquée grâce à un nouveau Programme de cofinancement de la recherche intégrée et interdisciplinaire pour le cycle de recherche, qui met l'accent sur la commercialisation des résultats de recherche.

La *Stratégie* vise également la création d'un fonds national d'innovation afin d'augmenter la valeur monétaire des subventions accordées à une sélection de projets d'innovation. Ce fonds est doté d'une trésorerie initiale de 8,4 millions d'euros grâce au projet Innovation Serbie, financé par les fonds de préadhésion octroyés par l'UE à la Serbie en 2011 et mis en œuvre par le biais de la Banque mondiale.

Un deuxième programme, le Programme de mise à disposition et de maintenance d'équipements et d'établissements de recherche scientifique pour le cycle de recherche 2011-2014, finance la modernisation des établissements de recherche.

SLOVÉNIE



Un bond de l'effort de R&D malgré la récession

Grâce à ses excellentes infrastructures, à sa main-d'œuvre instruite et à sa situation géographique stratégique entre les Balkans et l'Europe occidentale, la Slovénie présente un niveau de PIB par habitant parmi les plus élevés d'Europe du Sud-Est. C'est le premier des membres de l'UE ayant adhéré en 2004 à avoir adopté l'euro (1er janvier 2007). Sa transition politique vers une économie de marché a été l'une des plus stables d'Europe centrale et d'Europe du Sud-Est. En mars 2004, la Slovénie est devenue le premier pays en voie de libéralisation à passer du statut de pays emprunteur à celui de partenaire donateur à la Banque mondiale. En 2007, elle a été invitée à entamer sa procédure d'adhésion à l'OCDE, qui l'a acceptée comme membre en 2012.

Toutefois, la privatisation prend du retard, en particulier dans le secteur bancaire slovène, détenu en grande partie par l'État et de plus en plus endetté, ce qui suscite depuis 2012 l'inquiétude des investisseurs, qui craignent que le pays ait besoin de l'aide financière de l'UE et du FMI. Ces difficultés ont également pesé sur la compétitivité de la Slovénie (tableau 10.2). En 2013, la Commission européenne a autorisé la Slovénie à engager la recapitalisation de ses banques en difficulté et à procéder au transfert de leurs actifs non productifs vers une structure de défaisance créée en vue d'assainir leur bilan. La forte demande enregistrée pour la dette slovène chez les investisseurs obligataires à la recherche de rendements élevés a permis à l'État de continuer à s'autofinancer indépendamment sur les marchés internationaux en 2013. Les pouvoirs publics ont décidé de céder une partie des actifs de l'État afin de renforcer la confiance des investisseurs dans l'économie, alors que celle-ci s'apprêtait à enregistrer un recul (de 1 %) pour la troisième année consécutive en 2014.

Entre 2008 et 2013, la Slovénie a réussi l'exploit de faire passer ses DIRD de 1,63 % à 2,59 % du PIB, l'un des ratios les plus élevés de l'UE. Bien entendu, cette hausse a été facilitée par la fragilité de l'économie dans la mesure où le PIB est resté faible. Cependant, elle s'explique également par le dynamisme de la R&D dans le secteur des entreprises commerciales, le nombre

de chercheurs employés par les entreprises ayant augmenté de près de 50 % au cours de cette période, passant de 3 058 à 4 664 (en ETP). En 2013, la part du secteur des entreprises commerciales représentait deux tiers des DIRD (64 %) et les financements étrangers, un peu moins de 9 %. Les financements étrangers ont presque triplé, passant de 0,09 % du PIB en 2008 à 0,23 % en 2013, en grande partie grâce à l'afflux de fonds structurels européens. Ceux-ci ont essentiellement servi à financer des centres d'excellence et des centres de compétences, considérés comme relevant du secteur des entreprises commerciales. Les fonds structurels ont également permis de faire passer le nombre de chercheurs universitaires de 1 795 à 2 201 (en ETP) sur la même période.

La *Stratégie de développement* de la Slovénie pour la période 2014-2020 définit la R&D et l'innovation comme étant l'un des trois moteurs de développement du pays, les autres étant la création et le développement des PME d'une part, et l'emploi, l'éducation et la formation tout au long de la vie d'autre part. La moitié des fonds alloués dans le cadre de la *Stratégie de développement* à l'horizon 2020 seront utilisés pour encourager :

- La compétitivité de l'économie grâce à une main-d'œuvre hautement qualifiée, l'internationalisation des échanges et d'importants investissements en R&D ;
- Le savoir et l'emploi ;
- Un cadre de vie écologique grâce à la gestion durable des ressources en eau, des énergies renouvelables, des forêts et de la biodiversité ;
- Une société inclusive assurant un soutien intergénérationnel et des services de santé de grande qualité.

La Slovénie a également adopté une *Stratégie de spécialisation intelligente* pour la période 2014-2020, qui explique que le pays prévoit de tirer parti de la recherche et de l'innovation pour favoriser la transition vers un nouveau modèle de croissance économique. Cette stratégie comprend un plan de mise en œuvre visant à restructurer l'économie et la société slovènes en s'appuyant sur la R&D et l'innovation avec le soutien des fonds européens. Elle représente la contribution de la Slovénie au pilier « croissance intelligente » de la *Stratégie régionale de R&D des Balkans occidentaux pour l'innovation* (encadré 10.2).

Des performances supérieures à la moyenne de l'UE en matière d'innovation

Le Tableau de bord de l'Union de l'innovation (UE, 2014) considère la Slovénie comme un *suiveur de l'innovation*. Ses performances sont donc supérieures à la moyenne de l'UE, au même titre que l'Autriche, la Belgique, l'Estonie, la France, les Pays-Bas et le Royaume-Uni. Ces résultats rejoignent les conclusions d'une évaluation menée par l'UE sur les mesures mises en œuvre par la Slovénie entre 2007 et 2013 pour promouvoir l'innovation, qui révélait la présence de relations étroites entre le milieu universitaire et l'économie. Ils confirment que la Slovénie est passée d'un modèle linéaire à un système de R&D de deuxième génération, marqué par une organisation interactive.

Le Programme national de recherche et développement 2006-2010 de la Slovénie s'était attaché à améliorer la qualité de la recherche slovène en proposant des subventions concurrentielles et en conditionnant la promotion des universitaires au nombre de publications. Cette démarche a entraîné une nette augmentation du volume d'articles publiés. Les domaines de recherche prioritaires pour la période 2006-2010 étaient les TIC, les nouveaux matériaux synthétiques métalliques et non métalliques de pointe et les nanotechnologies, les systèmes complexes et les technologies innovantes, les technologies au service d'une économie durable, et enfin, la santé et les sciences de la vie.

Actuellement, les financements publics versés via l'Agence slovène pour la recherche concernent l'excellence scientifique proprement dite et font la part belle aux initiatives de type ascendant dans la sélection de priorités spécifiques. La répartition des financements entre les différents domaines scientifiques est restée sensiblement la même au fil du temps : en 2011, par exemple, l'ingénierie et les technologies en ont reçu 30 %, les sciences naturelles 27 %, les sciences humaines 11,8 %, et les biotechnologies, les sciences sociales et les sciences médicales ont obtenu respectivement entre 9,6 % et 9,8 %. Les projets et programmes multidisciplinaires ont reçu 1,5 % de l'ensemble des financements.

La Slovénie a commandé à l'OCDE un *Examen des politiques d'innovation* (2012) afin d'orienter l'élaboration de sa stratégie de recherche et d'innovation à l'horizon 2020. Suite à cet examen, il lui a été recommandé de s'intéresser, entre autres, aux questions suivantes :

- Préserver la durabilité des finances publiques : c'est en effet l'un des prérequis les plus importants pour dynamiser l'investissement public et privé en faveur de l'innovation ;
- Poursuivre les efforts visant à alléger les formalités administratives pour les entreprises, notamment les start-up ;
- Songer à simplifier les programmes de financement des technologies, actuellement assez nombreux, afin de gagner en efficacité en finançant un plus petit nombre de programmes de plus grande envergure ;
- Élaborer et améliorer les mesures concernant la demande, notamment les marchés publics axés sur l'innovation ;
- Continuer à encourager l'utilisation d'instruments financiers autres que les subventions (fonds propres, financement mezzanine, garanties de crédit ou prêts) ;
- Engager une réforme complète des universités, fondée sur l'autonomie (un principe qui va de pair avec la responsabilité et la performance) ;
- Alléger ou supprimer les lois et politiques relatives au travail qui font obstacle à la mobilité interuniversités mais également entre les universités, les institutions de recherche et l'industrie ;
- Augmenter le nombre de chercheurs dans l'industrie, notamment grâce à des programmes permettant de financer le transfert de jeunes chercheurs vers les entreprises ;

- Réduire les obstacles qui, de manière plus ou moins tacite, empêchent les personnes hautement qualifiées du monde entier de venir travailler en Slovénie ;
- Recourir aux fonds structurels européens, en particulier pour mutualiser les ressources dans les centres d'excellence du pays afin qu'ils soient à l'avenir au cœur de l'excellence slovène en matière de recherche.

Les priorités actuelles, définies dans la *Stratégie de recherche et d'innovation de la Slovénie 2011-2020*, sont les suivantes :

- Améliorer l'intégration de la recherche de l'innovation ;
- Veiller à ce que les travaux de recherche et les chercheurs financés par l'État contribuent à la restructuration économique et sociale ;
- Renforcer la coopération entre les organisations publiques de recherche et le secteur commercial ;
- Renforcer l'excellence scientifique, d'une part en améliorant la compétitivité des différents acteurs, d'autre part en affectant les ressources humaines et financières nécessaires.

Le gouvernement a augmenté de façon considérable les subventions fiscales à la R&D (qui étaient de l'ordre de 100 % en 2012). Le plafond pour les crédits d'impôt accordés aux entreprises privées investissant dans la R&D a été porté à 150 millions d'euros fin 2013. Le Fonds pour les entreprises slovènes offre également des garanties de crédit.

Depuis 2012, le gouvernement a lancé un programme pour la mise en place d'un « noyau créatif » (4 millions d'euros) ainsi qu'un système de « chèques-recherche » (8 millions d'euros), tous deux cofinancés par des fonds structurels européens. La première mesure vise à encourager la décentralisation de la recherche et de l'enseignement supérieur : elle permet aux universités et aux institutions de recherche publiques et privées des régions les moins développées de Slovénie de prétendre à un financement public intégral pour le développement des ressources humaines, le matériel de recherche, les infrastructures, etc. La seconde mesure met en place des « chèques-recherche » permettant aux entreprises de commander des travaux de recherche à des instituts de R&D et/ou à des universités (qu'il s'agisse de structures privées ou publiques) pour une période de trois ans. Ces bons, d'une valeur comprise entre 30 000 et 100 000 euros, doivent permettre aux entreprises de cofinancer les travaux de recherche industrielle nécessaires pour développer de nouveaux produits, procédés ou services.

CONCLUSION

Des systèmes de recherche mieux à même de répondre aux demandes de la société et du marché

Aucun des cinq pays de l'Europe du Sud-Est non membres de l'UE ne devrait rejoindre l'Union avant au moins 2020 car pour l'instant, la priorité de l'UE est d'affermir la cohésion entre ses 28 membres actuels. Toutefois, en Europe, on considère généralement que l'adhésion de ces cinq pays à l'UE est à terme inéluctable, car gage de stabilité politique et économique dans l'ensemble de la région.

Ces cinq pays devraient mettre ce temps à profit pour mieux adapter leur système de recherche aux demandes de la société et du marché. Ils ont beaucoup à apprendre de la Croatie et de la Slovénie, qui font désormais officiellement partie de l'Espace européen de la recherche. Depuis son adhésion à l'UE en 2004, la Slovénie a fait de son système d'innovation national un véritable moteur socio-économique. Elle consacre aujourd'hui une plus grande proportion de son PIB aux DIRD que la France, les Pays-Bas ou le Royaume-Uni, grâce notamment à la croissance du secteur des entreprises commerciales, qui finance aujourd'hui deux tiers de la R&D slovène et emploie la majorité des chercheurs du pays. L'économie slovène reste cependant fragile et peine toujours à attirer et à retenir les chercheurs.

La Croatie, qui n'est membre de l'UE que depuis 2013, n'a pas encore trouvé comment configurer son système d'innovation de façon optimale. Elle s'efforce actuellement de suivre les bonnes pratiques européennes et d'intégrer sa législation et son héritage institutionnel et empirique dans son système d'innovation national.

Tout comme la Croatie, la Serbie fait partie selon l'UE des *innovateurs modérés*. Il existe cependant un écart considérable entre ces deux pays en ce qui concerne les dépenses de R&D des entreprises, qui représentent 43 % des DIRD en Croatie contre seulement 8 % en Serbie (en 2013). Pour le gouvernement serbe, le plus grand défi sera de dépasser sa représentation linéaire du processus d'innovation, qui a entraîné une importante fragmentation du système d'innovation. En effet, cette fragmentation est aujourd'hui le principal frein à la coopération entre le secteur de la R&D et le reste de l'économie ainsi que la société en général.

L'Albanie, la Bosnie-Herzégovine, l'ex-République yougoslave de Macédoine et le Monténégro sont aux prises avec des ajustements structurels et des difficultés politiques et économiques qui les poussent généralement à reléguer au second plan la réforme de leurs systèmes d'innovation respectifs. Tous sont confrontés à un ralentissement économique, au vieillissement des chercheurs, à une importante fuite des cerveaux, à une insuffisance de la R&D dans le secteur privé et à un système qui encourage les universitaires à privilégier l'enseignement plutôt que la recherche ou l'entrepreneuriat.

Les pays pourront s'appuyer sur la *Stratégie régionale de R&D des Balkans occidentaux pour l'innovation* et sur la *Stratégie Europe du Sud-Est 2020* pour appliquer les politiques et les réformes institutionnelles qui leur permettront de favoriser la « spécialisation intelligente » qui les mettra sur la voie d'un développement et d'une prospérité durables.

OBJECTIFS PRINCIPAUX DE L'EUROPE DU SUD-EST

- Porter le PIB par habitant de la région à 44 % de la moyenne de l'UE d'ici 2020 ;
- Doubler les échanges commerciaux régionaux, en les faisant passer de 94 milliards d'euros à 210 milliards d'euros ;
- Ouvrir la région à 300 000 nouveaux emplois pour la main-d'œuvre hautement qualifiée d'ici 2020 ;
- Réaliser au minimum 9 % d'économies d'énergie dans la région d'ici 2018 ;
- Porter la part des énergies renouvelables dans la consommation brute d'énergie à 20 % d'ici 2020 ;
- Porter le ratio DIRD/PIB à 0,6 % en Albanie et à 1 % en Bosnie-Herzégovine et en Serbie d'ici 2015 ;
- Porter le ratio DIRD/PIB à 1 % en ex-République yougoslave de Macédoine d'ici 2016 et à 1,8 % d'ici 2020, avec une participation de 50 % du secteur privé.

RÉFÉRENCES

Banque mondiale et CCR (2013) *Western Balkans Regional R&D Strategy for Innovation*. Banque mondiale et Conseil de coopération régionale.

Bjelić, P., Jaćimović, D. et Tašić, I. (2013) Effects of the World Economic Crisis on Exports in the CEEC: Focus on the Western Balkans. *Economic Annals*, 58 (196), janvier-mars.

Conseil des ministres (2009) *Strategy for the Development of Science in Bosnia and Herzegovina, 2010-2015*. Conseil des ministres de Bosnie-Herzégovine.

Erawatch (2012) Rapports de pays analytiques : Albanie, Bosnie-Herzégovine, Croatie, ex-République yougoslave de Macédoine, Monténégro, Serbie, Slovénie. Commission européenne, Bruxelles. Voir http://erawatch.jrc.ec.europa.eu/erawatch/opencms/index.html.

Fédération de Bosnie-Herzégovine (2011) *Strategy for Development of Scientific and Development Research Activities in the Federation of Bosnia and Herzegovina, 2012-2022*.

Forum économique mondial (2014) *The Global Competitiveness Report 2013-2014*. Forum économique mondial. Imprimé et relié en Suisse par SRO-Kundig.

Institut de statistique de l'UNESCO (2013) *Final Report on Quality of Science, Technology and Innovation Data in Western Balkan Countries: a Validated Input for a Strategy to Move the STI Statistical Systems in the Western Balkan Countries towards the EU: International Standards, Outlining an Action Plan for Further Actions*. Institut de statistique de l'UNESCO : Montréal.

Jahić, E. (2011) *Rapport de pays Erawatch sur la Bosnie-Herzégovine*. Commission européenne : Bruxelles.

Kutlača, D., Babić, D., Živković, L. et Štrbac, D. (2014) Analysis of quantitative and qualitative indicators of SEE countries' scientific output. *Scientometrics*. ISSN : 0138-9130 (support physique), ISSN : 1588-2861 (publication en ligne). Springer Verlag : Pays-Bas.

Kutlača, D. et Radosevic, S. (2011) Innovation capacity in the SEE region. In *Handbook of Doing Business in South East Europe*, Sternad, D. et Döring, T. (dir.). Palgrave Macmillan : Pays-Bas. ISBN : 978-0-230-27865-3, ISBN10 : 0-230-27865-5, p. 207-231.

Lundvall, B. A. (dir.) (1992) *National Systems of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*. Pinter : Londres.

Peter, V. et Bruno, N. (2010) *International Science and Technology Specialisation: Where does Europe stand?* ISBN : 978-92-79-14285-7, DOI : 10.2777/83069. Technopolis Group. Union européenne : Luxembourg.

Radosevic, S. (2004) A two-tier or multi-tier Europe? Assessing the innovation capacities of Central and East European Countries in the enlarged EU. *Journal of Common Market Studies*, 42 (3) : p. 641-666.

République d'Albanie (2009) *National Strategy of Science, Technology and Innovation 2009-2015*. Voir http://unesdoc.unesco.org/images/0018/001871/187164e.pdf.

République du Monténégro (2008) *Strategy for Scientific Research Activity of Montenegro 2008-2016*.

République du Monténégro (2012) *Strategy for Scientific Research Activity of Montenegro 2012-2016*. Voir www.gov.me.

République de Serbie (2010) *Strategy of Scientific and Technology Development of the Republic of Serbia 2010-2015*. Ministère de la science et du développement technologique.

République de Slovénie (2013) *Smart Specialisation Strategy 2014-2020*. Ministère du développement économique et de la technologie. Document de séance rédigé en vue de l'examen collégial de la stratégie nationale, 15-16 mai 2014, Portorož, Slovénie.

République serbe de Bosnie (2012) *Strategy of Scientific and Technological Development in the Republic of Srpska 2012-2016* : www.herdata.org/public/Strategija_NTR_RS-L.pdf.

UE (2014) *Tableau de bord de l'Union de l'innovation 2014*. Union européenne.

UE (2013) *European Research Area Facts and Figures: Croatia*. Union européenne. Voir http://ec.europa.eu.

Djuro Kutlača, né en 1956 à Zagreb, en Croatie, est associé de recherche à l'Institut Mihajlo Pupin de Belgrade (Serbie) depuis 1981. Il dirige actuellement le Centre de recherche sur les politiques scientifiques et technologiques et enseigne comme professeur à la Metropolitan University de Belgrade. M. Kutlaca a été chercheur invité à l'Institut Fraunhofer pour la recherche sur les systèmes et l'innovation en Allemagne (1987 et 1991-1992) et à l'Unité de recherche sur les politiques scientifiques de l'Université du Sussex au Royaume-Uni (1996, 1997 et 2001-2002).

Moyennant quelques ajustements, un bel avenir attend les États membres de l'Association européenne de libre-échange.

Hans Peter Hertig



Bertrand Piccard salue la foule après l'atterrissage à l'aéroport international Lukou de Nanjing de *Solar Impulse*, le premier avion uniquement propulsé à l'énergie solaire, le 22 avril 2015, lors de son tour du monde historique. Le psychiatre et aérostier suisse Bertrand Piccard est l'instigateur du projet *Solar Impulse*.
Photo : © ChinaFotoPress/Getty Images

11. Association européenne de libre-échange

Islande, Liechtenstein, Norvège, Suisse

Hans Peter Hertig

INTRODUCTION

Une reprise relativement rapide

Les quatre États membres de l'Association européenne de libre-échange (AELE) comptent parmi les plus riches au monde. Le Liechtenstein possède un secteur bancaire puissant et des entreprises performantes dans les secteurs des machines-outils et du bâtiment. La Suisse, qui obtient d'excellents résultats dans le secteur des services, notamment dans les domaines de la banque, de l'assurance et du tourisme, est également spécialisée dans des activités de haute technologie telles que la microtechnologie, la biotechnologie et les produits pharmaceutiques. Depuis les années 1970, la Norvège doit sa prospérité à l'exploitation du pétrole de la mer du Nord et l'économie islandaise est dominée par l'industrie de la pêche, qui représente 40 % de ses exportations. Afin de s'affranchir de la prédominance de ces sources de revenus traditionnelles, les deux pays nordiques se sont dotés de capacités dans de nombreuses industries du savoir telles que la conception de logiciels, la biotechnologie et les technologies de l'environnement.

En dépit de ce socle solide et du revenu élevé par habitant qu'il génère, les quatre États de l'Association européenne de libre-échange ont été malmenés par la crise financière mondiale de 2008-2009, bien qu'à des degrés divers, à l'instar de la plupart des pays occidentaux (figure 11.1). La chute de trois des plus grandes banques islandaises fin 2008 a sévèrement ébranlé l'économie du pays. L'inflation et le taux de chômage ont plus que doublé pour atteindre presque 13 % (2008) et 7,6 % (2010) respectivement, tandis que la dette du gouvernement central triplait quasiment, passant de 41 % (2007) à 113 % (2012) du PIB alors que le pays s'efforçait de juguler la crise. Ces mêmes indicateurs ont à peine varié au Liechtenstein, en Norvège et en Suisse, où les taux de chômage sont demeurés entre 2 et 4 % en moyenne. En Islande, la crise appartient désormais au passé mais la reprise a été plus lente que dans les pays voisins.

Néanmoins, la croissance s'est récemment figée chez les quatre partenaires (figure 11.1) et les perspectives à court terme soulèvent quelques interrogations. L'impact négatif potentiel de la surévaluation du franc suisse[1] sur des secteurs clés de l'économie nationale comme les exportations et le tourisme nécessitera sans doute de revoir à la baisse les prévisions de croissance du PIB pour 2015. Le déclin des prix du pétrole amorcé en 2014 risque d'avoir des conséquences analogues pour la Norvège.

Comme l'on peut s'y attendre, l'Europe[2] est le principal partenaire commercial de l'AELE. Selon la base de données Comtrade[3] des Nations Unies, en 2014 elle a absorbé 84 % des exportations de marchandises norvégiennes et 79 % des exportations islandaises, mais seulement 57 % des exportations suisses. En revanche, la Suisse est le plus gros importateur de produits européens du groupe (73 % en 2014), devant la Norvège (67 %) et l'Islande (64 %). L'AELE a entamé une diversification de ses partenariats commerciaux dans les années 1990 et a signé depuis des accords de libre-échange[4] avec des pays de tous les continents. Ses membres participent aux activités scientifiques et technologiques menées dans différentes régions du monde, même si l'Europe et les initiatives de la Commission européenne continuent à jouer un rôle prépondérant.

Européens, mais différents

L'Association européenne de libre-échange est une organisation intergouvernementale chargée de promouvoir le libre-échange et l'intégration économique en Europe. Son siège se situe à Genève (Suisse) mais un bureau installé à Bruxelles (Belgique) effectue la liaison avec la Commission européenne. En 1972, douze ans après sa création, elle comptait neuf États membres : l'Autriche, le Danemark, la Finlande, l'Islande, la Norvège, le Portugal, le Royaume-Uni, la Suède et la Suisse. Seuls trois n'avaient pas adhéré à l'Union européenne (UE) en 1995 : l'Islande, la Norvège et la Suisse. Depuis l'adhésion du Liechtenstein en 1991, l'AELE compte quatre membres.

La signature avec l'UE d'un accord sur la création d'un marché unique européen a marqué un tournant dans son développement. L'accord sur l'Espace économique européen (EEE) signé par l'Islande, le Liechtenstein et la Norvège, est entré en vigueur en 1994. Ce traité fixe le cadre légal de la mise en œuvre des quatre pierres angulaires du marché unique : la libre circulation des personnes, des marchandises, des services et des capitaux. Il met en place des règles communes en matière de concurrence et d'aide publique et promeut la coopération dans des domaines stratégiques clés, notamment la recherche et développement (R&D). Il confère à trois des quatre membres de l'AELE le statut de pays associé, qui leur permet de participer aux principales activités de R&D de l'UE au même titre que ses adhérents.

En revanche, en dépit de sa participation active à la rédaction de ce traité, la Suisse ne l'a pas signé en raison du refus exprimé par le référendum de novembre 1992. Un accord bilatéral conclu avec l'UE l'autorise néanmoins à profiter des principaux instruments européens en place, notamment les programmes-cadres relatifs à la recherche et à l'innovation d'une durée de sept ans, le programme Technologies futures et émergentes (FET), les subventions du Conseil européen de la recherche et le

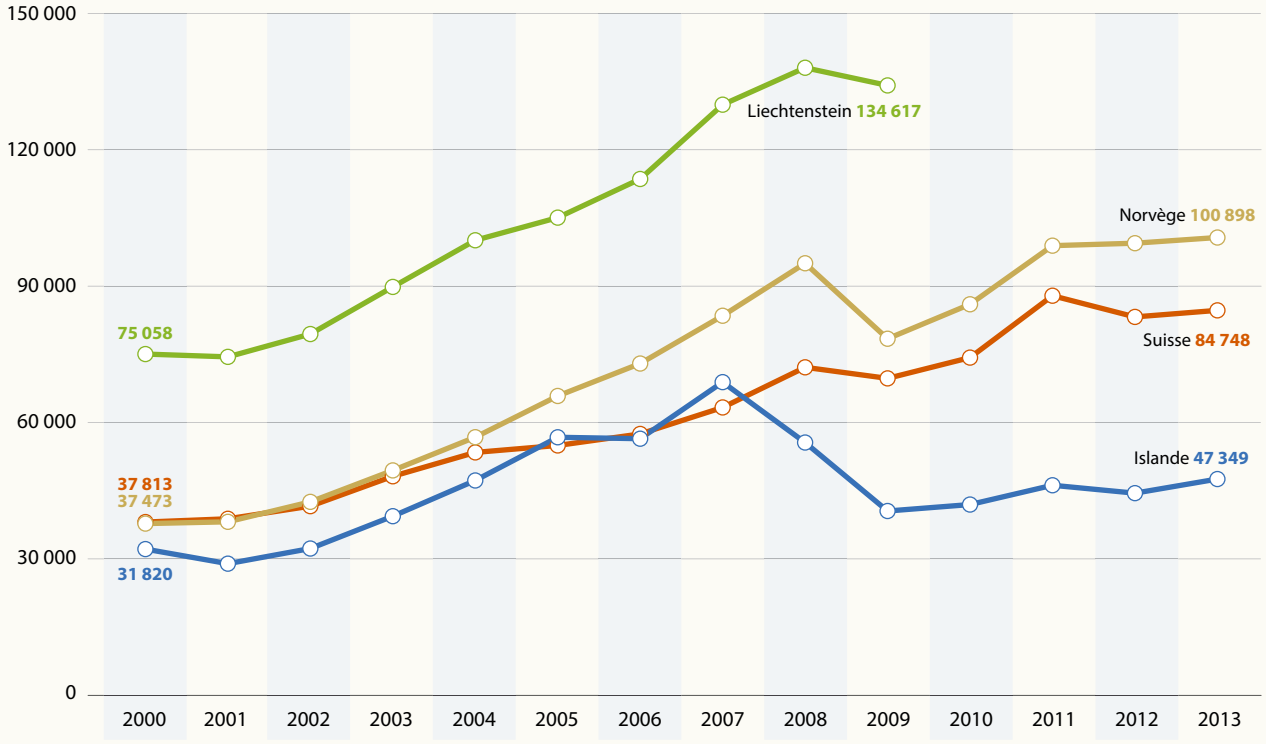
1. En janvier 2015, la flambée du franc suisse provoquait un décrochement de près de 30 % de l'euro, après la suppression par la Banque nationale suisse du taux plancher imposé par elle en 2011 pour éviter un scénario de ce type. Depuis, l'effet s'est atténué et la hausse s'est stabilisée à 15-20 %.

2. Dans ce contexte, l'« Europe » englobe l'Union européenne, l'Europe du Sud-Est et l'Europe de l'Est, mais pas la Fédération de Russie.

3. Les chiffres du commerce du Liechtenstein sont intégrés dans les statistiques de la Suisse.

4. Voir www.efta.int/free-trade/fta-map.

Figure 11.1 : **Tendances du PIB par habitant dans les pays de l'AELE, 2000-2013**
En dollars PPA (prix courants)



Source : Banque mondiale, Indicateurs du développement dans le monde, avril 2015.

programme d'échange d'étudiants Erasmus. Les liens politiques de la Suisse et de l'Union européenne sont néanmoins plus ténus que ceux des trois autres membres de l'AELE. De plus, comme expliqué plus loin, un autre référendum a récemment mis en péril les relations de la Suisse avec l'UE.

Le statut juridique et politique des quatre membres de l'AELE vis-à-vis de l'Union européenne n'est pas identique et leur groupe lui-même est hétérogène. Il comprend en effet :

- Deux pays géographiquement éloignés caractérisés par de longues façades littorales (l'Islande et la Norvège) et d'abondantes ressources naturelles et deux autres (le Liechtenstein et la Suisse) enclavés dans le continent européen, dont l'économie dépend entièrement de la production de biens et de services haut de gamme ;
- Deux petits pays (la Norvège et la Suisse) dotés d'une population de 5,1 millions et 8,2 millions d'habitants respectivement, un très petit pays (l'Islande, 333 000 habitants) et un mini-État (le Liechtenstein, 37 000 habitants) ;
- Un pays gravement touché par la crise financière de 2008 (l'Islande) et trois autres qui ont réussi à la traverser sans trop de dommages ;
- Deux pays engagés dans des activités régionales multilatérales en Europe du Nord (l'Islande et la Norvège participent activement au dispositif de coopération des pays nordiques) et deux autres, le Liechtenstein et la Suisse, qui possèdent une langue commune, entretiennent une étroite coopération de voisinage dans une multitude de domaines et ont instauré une union douanière et monétaire dès 1924.

Cette liste est loin d'être exhaustive, mais l'hétérogénéité illustrée par ces quelques exemples montre clairement l'intérêt d'inclure pour la première fois les États membres de l'AELE dans le *Rapport de l'UNESCO sur la science*. L'AELE ne mène pas d'activités de R&D à proprement parler car, en ce domaine, l'adhésion au traité sur l'Espace économique européen l'a fractionnée en un groupe de trois plus un. Les quatre pays participent néanmoins à la plupart des activités de la Commission européenne ainsi qu'à quelques initiatives paneuropéennes telles que COST (European Cooperation in Science and Technology) et Eureka, un dispositif de coopération incitant les entreprises, les universités et les instituts de recherche à mener des activités de recherche transfrontières à visée commerciale. Ils prennent également part au processus de Bologne, une initiative collective d'harmonisation et de coordination de l'enseignement supérieur menée par les pays européens. La Norvège et la Suisse sont également membres de l'Organisation européenne pour la recherche nucléaire (CERN), basée en Suisse à proximité de sa frontière avec la France, qui attire des milliers de physiciens du monde entier.

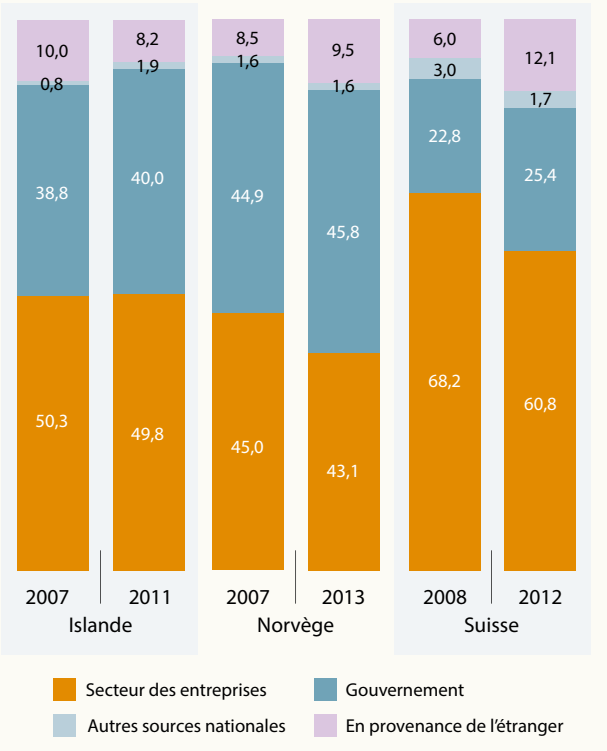
Les pages suivantes analysent la performance individuelle et collective de ces pays dans le contexte européen, ainsi que les raisons pour lesquelles la Suisse obtient d'aussi bons résultats en matière d'innovation : elle arrive en effet à la première place du Tableau de bord de l'Union de l'innovation et de l'Indice

mondial de l'innovation 2014 et fait partie du trio de tête des pays innovants membres de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE).

Le tableau 11.1 fournit des indicateurs clés pour l'Islande, la Norvège et la Suisse. Il ne mentionne pas le Liechtenstein, trop petit pour livrer des statistiques significatives dans ce tableau comparatif. Certaines données figurent malgré tout dans son profil (voir p. 303). Tous les indicateurs européens de contribution scientifique, de production scientifique, d'innovation et de compétitivité placent la Suisse dans les trois pays de tête. L'Islande et la Norvège se situent au début ou au milieu de la liste. La Norvège a considérablement augmenté ses dépenses intérieures brutes de recherche et développement (DIRD) mais son ratio DIRD/PIB demeure très inférieur à la moyenne de l'AELE et de l'Europe des Vingt-Huit (tableau 11.1 et figure 11.2). Autre point faible de la Norvège : son apparent manque d'attractivité pour les étudiants étrangers. En effet, selon la publication *Regards sur l'éducation* (2014) de l'OCDE, 4 % seulement des étudiants recrutés dans des programmes de recherche de pointe sur les campus norvégiens viennent d'autres pays, contre 17 % en Islande et 51 % en Suisse. Son score au Tableau de bord de l'Union de l'innovation 2014 laisse lui aussi à désirer puisque le pays est classé 17e sur 35, ce qui le relègue dans le groupe des *innovateurs modérés*[5], situés en dessous de la moyenne de l'Union (voir le glossaire, p. 740).

5. Selon Statistics Norway, le bureau norvégien de la statistique, le verdict du rapport de la Commission européenne est trop sévère car il sous-estime le potentiel d'innovation du pays (voir Conseil norvégien de la recherche, 2013, p. 25).

Figure 11.2 : **DIRD des pays de l'AELE par source de financement, 2007 et 2013 ou années les plus proches (%)**



Source : OCDE (2015) *Principaux indicateurs de la science et de la technologie.*

Avec quelques réserves pour la Norvège, les trois pays se caractérisent par la grande mobilité des étudiants en sciences (tableau 11.1), un volume de publications important (l'Islande a augmenté sa production de 102 % entre 2005 et 2014) et une part notable de copublications avec des scientifiques d'autres pays (tableau 11.1 et figure 11.3). L'Islande, qui connaît le taux d'augmentation du nombre de publications le plus élevé, est également en bonne position en matière d'impact des publications : elle arrive à la quatrième place en termes de part des publications scientifiques les plus citées (tableau 11.1). En revanche, la stagnation de sa performance en matière d'innovation entre 2008 et 2013 est préoccupante. Bien qu'elle demeure dans la catégorie des *suiveurs de l'innovation* et se situe donc au-dessus de la moyenne européenne, elle a été dépassée par six pays de l'Union et a reculé de 11 places dans l'indice de compétitivité du Forum économique mondial. Ce chapitre évoque un peu plus loin les mesures que l'Islande pourrait adopter pour redresser la barre.

Avant d'aborder le profil de chacune de ces quatre nations, nous passerons brièvement en revue les activités de R&D menées en commun par l'Islande, le Liechtenstein et la Norvège dans le cadre de l'accord sur l'Espace économique européen.

Activités de recherches communes au sein de l'EEE

L'accord sur l'Espace économique européen confère à l'Islande, au Liechtenstein et à la Norvège le statut de partenaire associé à part entière dans les programmes de recherche de l'Union européenne. L'Islande et la Norvège tirent pleinement parti de cette opportunité : elles comptent parmi les pays qui ont obtenu les meilleurs résultats par habitant en termes de nombre de bourses de recherche octroyées par voie de concours par le septième programme-cadre (2007-2013). Pour sa part, l'Islande peut se targuer du meilleur taux de réussite de tous les pays membres de l'Espace européen de la recherche au titre du programme de coopération du septième programme-cadre qui visait à renforcer la coopération en matière de R&D entre les universités, l'industrie, les centres de recherche et les autorités publiques, dans l'Union européenne et le reste du monde. Elle s'est montrée particulièrement performante dans l'environnement, les sciences sociales, les sciences humaines et la santé. La Norvège faisait partie des leaders en matière de recherche environnementale, énergétique et spatiale (DASTI, 2014).

Bien évidemment, la participation aux activités de l'UE a un coût. Outre une contribution financière forfaitaire à chaque programme-cadre, les trois pays de l'AELE participent à la réduction des disparités socioéconomiques en Europe par le biais d'un programme spécial de promotion de la cohésion sociale, géré de manière autonome par le secrétariat de l'Espace économique européen : le programme de subventions EEE/Norvège. Bien qu'il ne s'agisse pas d'un programme de R&D au sens propre, l'éducation, la science et la technologie jouent un rôle crucial dans les domaines abordés : protection de l'environnement, énergies renouvelables, développement des industries vertes, développement humain, amélioration des conditions de travail et protection du patrimoine culturel. Entre 2008 et 2014, les trois donateurs à l'Espace

Tableau 11.1 : **Comparaison des activités scientifiques des États de l'AELE, 2014 ou année la plus proche**

		Islande	Norvège	Suisse
Ressources humaines	Ressources humaines engagées dans la S&T* en part de la population active, 2013 (%)	53	57	57
	Rang correspondant au sein de l'EER** (41 pays)	7	2	2
	Dépenses publiques consacrées à l'enseignement supérieur en part du PIB, 2011 (%)	$1,6^{-1}$	$2,0^{-1}$	1,4
DIRD	Ratio DIRD/PIB (2007)	$2,9^{-1}$	1,6	$2,7^{+1}$
	Ratio DIRD/PIB (2013)	1,9	1,7	$3,0^{-1}$
	Rang correspondant au sein de l'UE (28 pays)	8	16	3
	Dépenses publiques de R&D dans l'enseignement supérieur en part du PIB (2012)	$0,66^{-1}$	$0,53^{+1}$	0,83
Mobilité des chercheurs	Pourcentage des postdoctorants ayant passé plus de 3 mois à l'étranger au cours des 10 dernières années (%)	49	43	53
	Rang correspondant au sein de l'UE (28 pays)	3	10	1
	Nombre d'étudiants étrangers en pourcentage des effectifs dans des programmes de recherche de pointe (2012)	17	4	51
	Rang correspondant au sein de l'OCDE (33 pays)	15	25	2
Intensité de publication	Nombre de copublications scientifiques par million d'habitants (2014)	2 594	1 978	3 102
Impact des publications	Part des publications scientifiques dans les 10 % les plus citées, 2008-2012	18	13	18
Excellence de la recherche	Nombre d'universités dans les 200 meilleures selon le Classement académique des universités mondiales de l'Université Jiao Tong de Shanghai, 2014	0	1	7
	Nombre d'universités dans les 200 meilleures selon les QS World University Rankings 2014	0	2	7
	Nombre de bourses du CER par million d'habitants 2007-2013	3	8	42
	Classement correspondant au sein de l'EER	18	12	1
Brevets	Nombre de familles de brevets triadiques par million d'habitants (2011)	11	23	138
	Rang correspondant au sein de l'OCDE (31 pays)	15	12	2
	RANG DANS LES INDICES INTERNATIONAUX			
Potentiel d'innovation	Rang dans le Tableau de bord de l'Union de l'innovation, 2008 (35 pays)	6	16	1
	Rang dans le Tableau de bord de l'Union de l'innovation, 2014 (35 pays)	12	17	1
Compétitivité	Rang dans l'indice de compétitivité du FEM, 2008 (144 pays)	20	15	2
	Rang dans l'indice de compétitivité du FEM, 2013 (144 pays)	30	11	1
	Rang dans le Tableau de bord de la compétitivité mondiale de l'IMD, 2008 (57 pays)	non classé	11	4
	Rang dans le Tableau de bord de la compétitivité mondiale de l'IMD, 2013 (60 pays)	25	10	2

-n/+n = les données correspondent à un nombre *n* d'années avant ou après l'année de référence.
* Personnes titulaires d'un diplôme de troisième cycle dans un domaine scientifique ou technologique et/ou dont l'emploi requiert ce type de qualification.
** L'EER comprend les 28 États membres de l'Union européenne, les quatre États membres de l'AELE, Israël et les États candidats à l'entrée dans l'UE l'année de l'étude.

Remarque : Il n'existe pas de données comparatives pour le Liechtenstein. Ses brevets sont compris dans les statistiques suisses.

Source : Eurostat, 2013 ; Commission européenne (2014a), *Rapport sur la situation des chercheurs ; FEM (2014), Rapport sur la compétitivité dans le monde 2014-2015 ;* Commission européenne (2014b), *ERA Progress Report ;* Commission européenne (2014c), *Tableau de bord de l'Union de l'innovation ;* OCDE (2015) *Principaux indicateurs de la science et de la technologie ;* OCDE (2014), *Regards sur l'éducation ;* IMD (2014) *World Competitiveness Yearbook ;* Union européenne (2013), *Country and Regional Scientific Production Profiles ;* FMI (2014), *Perspectives de l'économie mondiale ;* Institut de statistique de l'UNESCO, mai 2015 ; Statistics Iceland.

économique européen ont investi 1,8 milliard d'euros dans les 150 programmes définis conjointement avec 16 pays bénéficiaires d'Europe centrale et méridionale. Ainsi, grâce à un projet commun axé sur le changement climatique, l'un des thèmes prioritaires du programme, le Portugal a pu profiter de l'expérience de l'Islande pour exploiter le potentiel géothermique des Açores. Le Portugal a également coopéré avec l'Institut norvégien de recherche marine afin d'assurer le bon entretien de son espace maritime. Dans le cadre d'un autre projet, Innovation Norway et l'administration norvégienne des ressources en eau et de l'énergie (NVE) ont aidé la Bulgarie à améliorer son efficacité énergétique et à innover dans les industries vertes.

Le programme conjoint de subventions EEE/Norvège se poursuivra dans les années à venir avec quelques changements structurels mineurs, une probable augmentation des dépenses et la fusion des deux types de subventions au sein d'un unique mécanisme de financement. Comme par le passé, l'Islande et la Norvège participeront en tant que membres associés à part entière au nouveau programme-cadre 2014-2020, baptisé Horizon 2020 (voir chapitre 9). Le Liechtenstein, quant à lui, a décidé de ne pas s'associer à Horizon 2020 compte tenu du nombre restreint de ses scientifiques et de la faible participation aux deux précédents programmes qui en a résulté.

PROFILS DE PAYS

ISLANDE



Fragmentation du système universitaire

La crise financière mondiale de 2008 a durement frappé l'Islande. Après la faillite des trois plus grandes banques nationales, l'économie s'est enfoncée dans une profonde récession jusqu'en 2010 (-5,1 % en 2009). Cette situation a entravé les efforts déjà engagés de diversification de l'économie dans des industries et des services à forte concentration de savoirs, qui visaient à diminuer la part d'activités traditionnelles telles que la pêche et la production d'aluminium, d'énergie géothermique et d'hydroélectricité.

Bien que la plupart des chiffres du tableau 11.1 soient bons, ils auraient été meilleurs il y a quelques années. Avec 2,9 % de son PIB consacrés à la R&D en 2006, le pays était l'un des plus gros investisseurs européens par habitant dans ce domaine, derrière la Finlande et la Suède. En 2011, ce ratio avait chuté à 2,5 % et en 2013, il s'effondrait à 1,9 %, son niveau le plus faible depuis la fin des années 1990 selon Statistics Iceland, le bureau islandais de la statistique.

L'Islande obtient d'excellents résultats quantitatifs et qualitatifs en termes de publications (tableau 11.1 et figure 11.3). Seul établissement d'enseignement supérieur national connu à l'étranger, l'Université d'Islande est classée 275e sur 300 dans le *Times Higher Education Supplement*. La solide performance du pays en matière de publications est sans aucun doute largement due à la grande mobilité des scientifiques de la jeune génération. La plupart d'entre eux effectuent au moins une partie de leur carrière à l'étranger. Les doctorats sont obtenus pour moitié aux États-Unis. En outre, 77 % des articles ont un coauteur étranger. Même si ce pourcentage élevé est typique des petits pays, il place l'Islande dans la catégorie des systèmes scientifiques les plus internationalisés au monde.

L'excellent capital scientifique de l'Islande, comme celui de la Norvège, ne débouche pas sur un potentiel d'innovation et une compétitivité élevés (voir p. 304). Pourquoi ? La Norvège peut imputer ce paradoxe à sa structure économique, qui a tendance à se concentrer sur des points forts spécifiques dans des domaines faiblement engagés dans la recherche. La restructuration d'une économie en faveur des industries de haute technologie prend du temps. Si, dans l'intervalle, les industries de basse technologie génèrent un revenu élevé et régulier, le gouvernement est alors peu enclin à prendre les mesures qui s'imposeraient.

Contrairement à la Norvège, l'Islande était en bonne voie de diversifier son économie et de l'axer davantage sur le savoir avant la crise de 2008. Lorsque celle-ci a frappé, aucun secteur n'a été épargné. La part des dépenses de recherche des universités et des instituts de recherche publics est passée de 1,3 % du PIB en 2009 à 1,1 % en 2011. Les efforts visant à compléter à l'étranger la formation des scientifiques islandais et à renforcer leur participation active aux réseaux internationaux grâce à la mise en place d'une base solide en Islande, dotée d'une université de recherche réputée, ont été stoppés net. Cette situation a exercé un double effet paralysant : elle a simultanément aggravé le problème posé par l'exode des compétences et réduit les chances du pays d'attirer des multinationales fortement engagées dans la recherche.

La Commission européenne publie une collection baptisée Erawatch consacrée aux pays de l'Union européenne et de l'Espace économique européen. Le rapport sur l'Islande (2013) pointe plusieurs problèmes structurels et financiers clés auquel se heurte le système de STI du pays. Outre les fragilités évoquées ci-dessus, le document cite des faiblesses en matière de gouvernance et de planification, le niveau réduit de financement concurrentiel associé à un nombre insuffisant de subventions d'un montant de toute façon trop faible, l'inadéquation du contrôle qualité et la fragmentation d'un système en sureffectifs (universités et laboratoires publics) pour une nation de cette taille. Le pays compte sept universités, dont trois privées. L'Université d'Islande accueillait environ 14 000 étudiants en 2010 contre moins de 1 500 dans la plupart des autres institutions.

Le premier document de politique publié par le gouvernement élu en 2013 aborde quelques-uns de ces points faibles. Les *politiques scientifiques et technologiques et le plan d'action associé pour la période 2014-2016* prônent ce qui suit :

- Hausse de la contribution à l'enseignement de troisième cycle afin de rattraper les autres pays nordiques ;

Figure 11.3 : **Tendances en matière de publications scientifiques dans les pays de l'AELE, 2005-2014**

Ralentissement de l'augmentation du nombre de publications en Islande depuis 2010 et stabilité en Norvège et en Suisse

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Islande	427	458	490	575	623	753	716	810	866	864
Liechtenstein	33	36	37	46	41	50	41	55	48	52
Norvège	6 090	6 700	7 057	7 543	8 110	8 499	9 327	9 451	9 947	10 070
Suisse	16 397	17 809	18 341	19 131	20 336	21 361	22 894	23 205	25 051	25 308

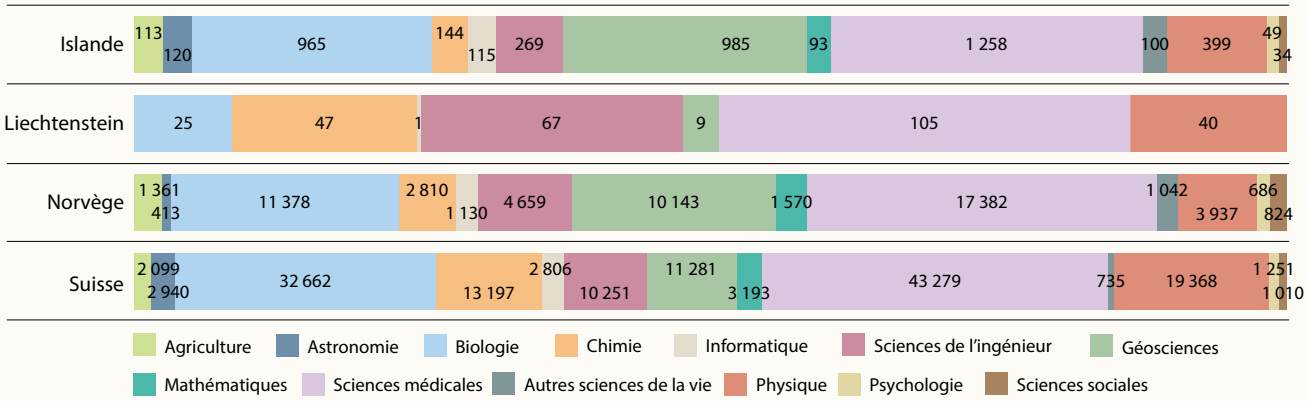
2 594
publications par million d'habitants en Islande en 2014

1 978
publications par million d'habitants en Norvège en 2014

3 102
publications par million d'habitants en Suisse en 2014

Spécialisation des pays dans les sciences médicales - Prédominance de la Suisse en physique

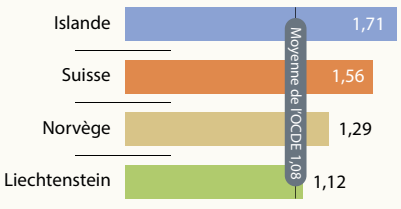
Totaux cumulés par discipline, 2008-2014



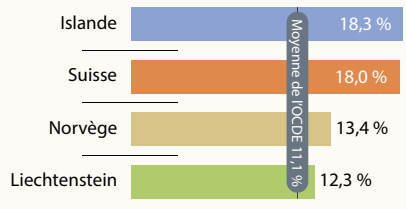
Remarque : Les totaux par discipline ne comprennent pas les publications non indexées, très nombreuses en Suisse (13 214), en Norvège (5 612) et en Islande (563). Voir la note méthodologique p. 794.

Les scores de tous les pays pour les principaux indicateurs dépassent de loin la moyenne de l'OCDE

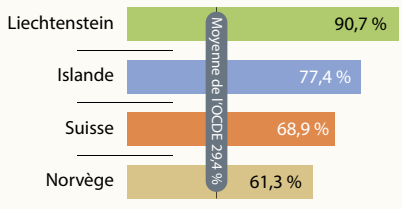
Taux moyen de citation des publications, 2008-2012



Pourcentage de publications dans les 10 % les plus citées, 2008-2012



Pourcentage de copublications avec des auteurs étrangers, 2008-2014



Les principaux partenaires sont l'Europe ou les États-Unis

Principaux partenaires étrangers entre 2008 et 2014 (nombre de publications)

	1er partenaire	2e partenaire	3e partenaire	4e partenaire	5e partenaire
Islande	États-Unis (1 514)	Royaume-Uni (1 095)	Suède (1 078)	Danemark (750)	Allemagne (703)
Liechtenstein	Autriche (121)	Allemagne (107)	Suisse (100)	États-Unis (68)	France (19)
Norvège	États-Unis (10 774)	Royaume-Uni (8 854)	Suède (7 540)	Allemagne (7 034)	France (5 418)
Suisse	Allemagne (34 164)	États-Unis (33 638)	Royaume-Uni (20 732)	France (19 832)	Italie (15 618)

Source : Plate-forme de recherche Web of Science de Thomson Reuters, Science Citation Index Expanded ; traitement des données par Science-Metrix.

- Retour à l'objectif antérieur à 2008 d'augmentation du ratio DIRD/PIB à 3 % d'ici 2016 ;
- Mesures visant à renforcer la participation de l'Islande aux programmes de recherche internationaux ;
- Définition de projets de financement à long terme et de l'infrastructure de recherche correspondante ;
- Renforcement du financement concurrentiel par rapport aux contributions fixes ;
- Meilleur usage du système fiscal afin d'encourager le secteur privé à investir dans la R&D et l'innovation ;
- Amélioration du système d'évaluation de la qualité de la recherche et de l'innovation nationales.

Malheureusement, ces recommandations effleurent à peine le problème de fragmentation montré du doigt par le rapport Erawatch de 2013. L'Islande compte une université pour 50 000 habitants ! Bien sûr, il est politiquement difficile d'accorder la priorité à certaines institutions de préférence à d'autres. Une manœuvre de ce type empiète sur la STI et comporte des enjeux régionaux, sociaux et culturels. Néanmoins, l'octroi des ressources disponibles à une unique université performante et susceptible d'impressionner favorablement la communauté scientifique internationale et d'attirer des étudiants et des enseignants étrangers est totalement indispensable. Cette institution serait alors en mesure de prendre la tête des domaines de recherche les plus prometteurs en Islande (santé, technologies de l'information et de la communication [TIC], environnement et énergie) et peut-être d'en développer d'autres. Les jeunes Islandais brillants expatriés seraient davantage prêts à revenir en ramenant des idées neuves. C'est peut-être cette jeune génération qui entendra le message des experts indépendants récemment chargés d'examiner le système de STI de l'Islande à la demande de la Commission européenne. Selon eux, si l'Islande souhaite mettre fin à sa fragmentation institutionnelle afin d'améliorer la coordination des principaux acteurs, d'encourager la coopération et d'élaborer un système efficace d'appréciation et d'évaluation de la qualité, la voie à suivre tient en deux mots : jouer collectif.

LIECHTENSTEIN



L'innovation, moteur de l'économie

Le Liechtenstein constitue un cas à part à de nombreux égards. Cette démocratie constitutionnelle, qui associe parlement et monarchie héréditaire, est l'une des dernières principautés d'Europe. Un tiers de ses habitants est d'origine étrangère (principalement suisse, allemande et autrichienne). Sa taille minuscule (37 000 habitants en 2013) l'exclut de la plupart des statistiques et des classements comparatifs relatifs à la science et à la technologie. Ses dépenses publiques de R&D sont inférieures au budget d'une petite université et il ne publie chaque année que 200 documents susceptibles d'être cités. L'accord sur l'Espace économique européen le lie étroitement à l'Islande et à la Norvège. Mais d'un point de vue pratique, sa situation géographique à la frontière orientale de la Suisse, sa langue nationale (l'allemand) et une étroite collaboration de longue date avec son voisin helvétique dans de nombreux domaines l'ont naturellement conduit à s'associer avec la Suisse. La science et la technologie ne font pas exception à cette règle. L'association à part entière du Liechtenstein au Fonds national suisse de la recherche scientifique (FNS) autorise ses chercheurs à participer aux activités de cette organisation. Il bénéficie du même privilège avec le Fonds autrichien pour la science, l'équivalent du FNS.

Selon l'autorité nationale en charge de l'éducation, le Liechtenstein atteint l'impressionnant ratio DIRD/PIB de 8 % mais ce chiffre n'a qu'une signification limitée dans les comparaisons internationales du fait du nombre extrêmement faible d'acteurs et de valeurs nominales. Néanmoins, il reflète l'importance des activités de R&D entreprises par certaines de ses sociétés présentes sur les marchés internationaux des machines-outils, du bâtiment et de la technologie médicale telles que Hilti, Oerlikon-Balzers ou Ivoclar Vivadent AG. Ce dernier, qui développe des produits de dentisterie, emploie 130 personnes au Liechtenstein et environ 3 200 personnes réparties dans 24 autres pays.

Le financement public de la R&D (environ 0,2 % du PIB) va principalement à l'unique établissement d'enseignement supérieur public du pays, l'Université du Liechtenstein. Existant sous sa forme actuelle depuis 2005 et officiellement accréditée en 2011, celle-ci concentre ses travaux sur des domaines pertinents pour l'économie nationale : finance, gestion et entrepreneuriat, ainsi que, à un degré moindre, architecture et planification. Son avenir s'annonce prometteur. Elle attire un nombre croissant d'étudiants d'autres pays que ses voisins germanophones, notamment en raison d'un ratio professeurs/étudiants très attractif. Une large proportion de la jeunesse du pays étudie néanmoins à l'étranger, principalement en Allemagne, en Autriche et en Suisse (Bureau de la statistique, 2014).

Reste à voir si le Liechtenstein conservera sa dynamique positive et gagnera la réputation et le statut internationaux qu'il convoite. Dans tous les cas, son développement déterminera l'avenir de la R&D publique. Si la croissance et la qualité de l'Université du Liechtenstein s'avèrent à la hauteur des attentes, le parlement envisagera peut-être de revenir sur sa récente décision de se retirer du programme Horizon 2020 de l'Union européenne. L'innovation constitue l'élément clé qui sous-tend la bonne santé économique du Liechtenstein ; des mesures favorables à la R&D du secteur public pourraient utilement compléter les investissements privés dans ces activités afin de préserver les avantages du pays à long terme.

NORVÈGE



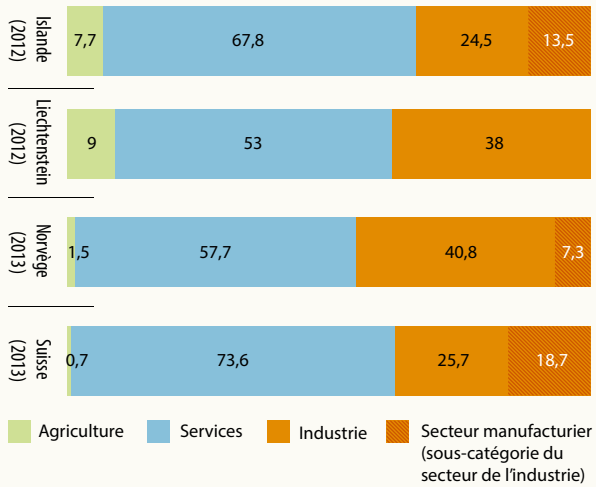
Du savoir à l'innovation : un essai non transformé

Les niveaux de revenu de la Norvège se situent parmi les plus élevés au monde (64 406 dollars PPA par habitant en prix courants en 2013). Pourtant, le solide capital scientifique du pays contribue moins à la richesse nationale que les actifs économiques traditionnels, à savoir l'extraction de pétrole de la mer du Nord (41 % du PIB en 2013), la productivité élevée des activités manufacturières et un secteur des services performant (figure 11.4).

Comme l'indique le tableau 11.1, les premiers maillons de la chaîne de valeur ajoutée sont prometteurs. La part de la population adulte diplômée de l'enseignement supérieur et/ou travaillant dans le secteur de la STI compte parmi les plus élevées d'Europe. La Norvège se caractérisait traditionnellement par un nombre relativement faible de docteurs et doctorants, mais le gouvernement est parvenu à éliminer ce goulot d'étranglement. Depuis 2000, le nombre de doctorants a doublé et équivaut à celui observé dans d'autres pays du nord de l'Europe. Le système scientifique et technologique peut également compter sur des dépenses publiques de R&D supérieures à la médiane de l'OCDE et un vaste vivier de chercheurs dans le secteur des entreprises commerciales (figure 11.5).

Or c'est là que les choses se gâtent : les extrants ne sont pas à la hauteur des intrants. La Norvège se classe troisième en Europe s'agissant du nombre de publications scientifiques par habitant, mais la part des articles rédigés par des Norvégiens dans des revues prestigieuses dépasse à peine la moyenne de l'Espace européen de la recherche (tableau 11.1). De la même manière, sa performance dans les sept premiers appels à propositions de recherche du Conseil européen de la recherche est bonne, mais pas excellente. Il en va de même concernant le rayonnement international de ses universités.

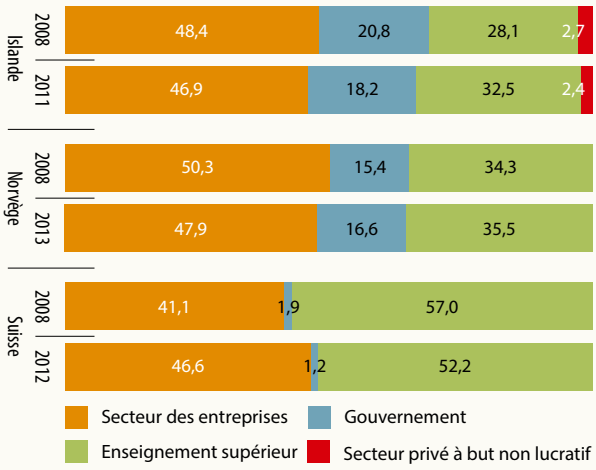
Figure 11.4 : **PIB des pays de l'AELE par secteur économique, 2013 ou année la plus proche (%)**



Remarque : Pour le Liechtenstein, les activités manufacturières sont incluses dans « Autres industries ». La catégorie « Agriculture » comprend les ménages et correspond principalement aux activités de location des agences immobilières.

Source : Banque mondiale, Indicateurs du développement dans le monde, avril 2015 ; pour le Liechtenstein : Bureau de la Statistique (2014).

Figure 11.5 : **Chercheurs (en équivalent temps plein) dans les pays de l'AELE par secteur d'emploi, 2008 et 2013 ou années les plus proches (%)**



Remarque : La catégorie « Autres chercheurs » comprend les organisations privées sans but lucratif et celles ne relevant d'aucune autre catégorie. Ne concerne que l'Islande. Pour la Suisse, seuls les chercheurs relevant des autorités fédérales et centrales sont classés dans la catégorie « Gouvernement ».

Source : Institut de statistique de l'UNESCO, avril 2015.

L'institution norvégienne numéro un, l'Université d'Oslo, occupe la 63e place au Classement académique des universités mondiales publié par l'Université Jiao Tong de Shanghai, un indicateur de la qualité de la recherche. Mais l'examen des classements liés à d'autres critères révèle d'emblée un problème. Deux universités norvégiennes figurent parmi les 200 premières du classement QS World University Rankings : l'Université d'Oslo (101e) et l'Université de Bergen (155e) [tableau 11.1]. Toutes deux obtiennent de bons résultats en termes de citations, mais des scores décevants en ce qui concerne le nombre d'enseignants et d'étudiants étrangers. Cette situation est typique de la Norvège. La faible proportion d'étudiants étrangers recrutés dans les programmes de recherche de pointe est elle aussi décevante (tableau 11.1)[6]. L'Islande, la Suisse et d'autres petits pays européens tels que l'Autriche, la Belgique ou le Danemark obtiennent de bien meilleurs scores pour cet indicateur. Clairement, les universités norvégiennes sont prises dans un cercle vicieux : la réputation constitue le principal atout d'un établissement pour attirer des étudiants et des enseignants étrangers de haut vol. Dans un enseignement supérieur désormais mondialisé, la réputation se fonde d'abord sur les classements ; y obtenir une bonne place dépend pour beaucoup de pourcentages suffisants d'étudiants et d'enseignants étrangers. Que cela plaise ou non, ces classements influencent la destination des talents à l'échelle internationale[7].

6. Les chiffres de l'OCDE relatifs à la Norvège tendent peut-être à sous-estimer le pourcentage en raison des spécificités des statistiques norvégiennes et/ou de la proportion importante d'étudiants étrangers ressortissants de l'Union européenne ou ayant obtenu le statut de résidents.

7. Pour en savoir plus sur la relation entre les universités, les classements, le contexte régional et la mondialisation de l'enseignement supérieur, voir UNESCO (2013) et Hertig (sous presse).

Comment la Norvège peut-elle briser ce cercle et se transformer en une destination d'études[8] et de recherche prisée ? L'internationalisation de son système scientifique se heurte à deux sévères handicaps : sa localisation géographique et sa langue. Pour les surmonter, elle pourrait abolir les obstacles juridiques et logistiques à la mobilité transfrontière, rénover ses campus, réformer ses programmes d'études afin de mieux les adapter à une clientèle étrangère et étendre ses programmes doctoraux et postdoctoraux à l'étranger, en prévoyant notamment des mesures spéciales de réintégration des étudiants à leur retour. Mais cela risque de ne pas suffire. Une autre mesure est probablement nécessaire pour véritablement inverser la tendance : mettre en place d'autres programmes de recherche phares prestigieux tels que celui relatif à la science arctique (encadré 11.1).

Ainsi, l'attribution en 2014 du prix Nobel de physiologie ou médecine au directeur de l'Institut Kavli de neurosciences des systèmes pour la découverte du système de géolocalisation du cerveau humain a récemment attiré l'attention de la communauté scientifique au-delà du cercle des spécialistes en neurosciences. Le Norvégien Edvard Moser a partagé ce prix avec sa femme, May-Britt Moser, directrice du Centre du calcul neuronal de Trondheim, et John O'Keefe du University College London. L'Institut Kavli de neurosciences des systèmes se situe dans les locaux de l'Université norvégienne de science et technologie de Trondheim et participe au programme norvégien de création de centres d'excellence. Après la création en 2003 des 13 premiers centres, 21 autres ont été mis en place en deux temps, en 2007 (8) et 2013 (13). Ils bénéficient pendant 10 ans d'un financement public fixe de l'ordre de 1 million d'euros par centre et par an. Cette somme est plutôt modeste. Les centres suisses et américains de ce type perçoivent deux ou trois fois plus. L'allocation d'un montant supérieur à plusieurs institutions dont la Norvège souhaite améliorer le profil international mériterait réflexion. Investir davantage dans ce type d'établissement permettrait également d'équilibrer l'aide attribuée aux différents champs d'investigation. La recherche fondamentale ne constitue pas la priorité numéro un de la Norvège (figure 11.6). Peu d'autres pays européens détiennent un portefeuille accordant une place aussi importante aux sciences appliquées et au développement expérimental.

Des mesures comme celles évoquées ci-dessus aideraient le pays à éliminer les points faibles d'un système scientifique public généralement de très bonne qualité. Cependant, comme dit plus haut, sa principale faiblesse est sa performance dans les derniers maillons de la chaîne de valeur ajoutée. Les connaissances scientifiques ne sont pas efficacement transformées en produits innovants. L'indicateur de STI le plus négatif de la Norvège dans le rapport 2014 sur les pays de l'OCDE concerne le nombre de brevets déposés par les universités et les laboratoires publics. Ce chiffre est le plus bas par habitant de tous les pays membres de l'Organisation. Les universitaires ne sont pas les seuls responsables de cette regrettable situation. Les racines du problème sont plus profondes : les brevets résultent d'une collaboration active entre les chercheurs qui produisent les connaissances fondamentales et les sociétés privées qui les utilisent, les transforment et les appliquent. Si le volet des entreprises n'est pas bien développé, celui de la recherche scientifique

8. Le Canada se pose la même question, voir chapitre 4.

Encadré 11.1 : **Recherche arctique dans le Svalbard**

Le Svalbard (Spitzberg) est un archipel norvégien situé à mi-chemin entre la Norvège continentale et le pôle Nord. Son environnement naturel et la présence d'installations de recherche uniques en leur genre à une latitude aussi élevée en font un lieu idéal pour la recherche arctique et environnementale.

Les pouvoirs publics norvégiens soutiennent activement le Svalbard et mettent en avant son rôle central dans les activités de recherche collaborative internationale. Des institutions du monde entier y ont installé leurs propres stations de recherche, pour la plupart situées dans la localité de Ny-Ålesund. Les deux premiers instituts polaires ont été créés par la Pologne en 1957 et la Norvège en 1968. Depuis, cette dernière a établi quatre autres stations de recherche : en 1988 (partagée avec la Suède), 1992, 1997 et 2005. Dernière station en date, le Centre d'écologie polaire a ouvert ses portes en 2014. Il est rattaché à l'Université de Bohème du Sud (République tchèque). D'autres installations de recherche ont été mises en place par l'Allemagne (1990 et 2001), la Chine (2003), la France (1999), l'Inde (2008), l'Italie (1997), le Japon (1991), les Pays-Bas (1995), la République de Corée (2002) et le Royaume-Uni (1992).

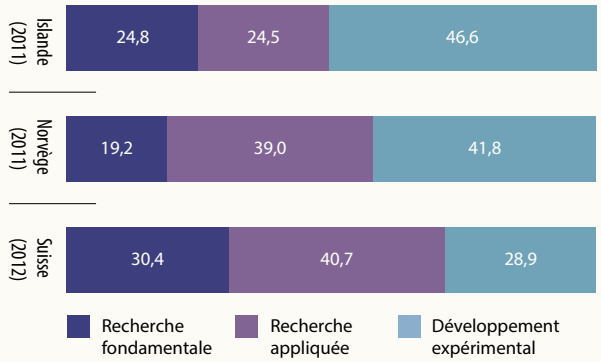
Longyearbyen, la ville la plus septentrionale du globe, accueille des organismes et des infrastructures de recherche telles que :

- L'association scientifique EISCAT (European Incoherent Scatter Scientific Association), créée en 1975, qui étudie les couches inférieures, intermédiaires et supérieures de l'atmosphère et de l'ionosphère à l'aide de radars à diffusion incohérente ;
- L'observatoire Kjell Henriksen spécialisé dans l'étude des aurores boréales (créé en 1978) ;
- Le Centre universitaire de Svalbard (créé en 1993). Cette initiative commune de plusieurs universités norvégiennes étudie la région arctique et l'environnement, notamment l'impact du changement climatique sur les glaciers. Elle dispense également des cours de grande qualité aux étudiants de premier, deuxième et troisième cycles en biologie, géologie, géophysique et technologie arctiques.

Le Svalbard est relié par la fibre optique au reste du monde numérique depuis 2004. La Norvège est déterminée à amplifier le rôle de « pôle scientifique » du Svalbard et à améliorer l'accès des chercheurs internationaux à ses infrastructures et à ses données.

Source : Ministères norvégiens de l'éducation et de la recherche et des affaires étrangères.

Figure 11.6 : **DIRD des pays de l'AELE par type de recherche, 2012 ou année la plus proche (%)**



Remarque : Pour l'Islande, le total des données est inférieur à 100 % car 4 % des activités de recherche ne sont pas classifiés. Pour la Norvège, les données se basent uniquement sur les coûts actuels et non sur le total des dépenses. Elles excluent donc les dépenses courantes et les investissements.

Source : Institut de statistique de l'UNESCO, avril 2015.

publique faiblit. C'est ce qui se passe en Norvège. En dépit de son économie productive et prospère, seule une faible proportion de ses entreprises de haute technologie mène des activités de R&D en interne et s'associe à la recherche publique.

En outre, seule une poignée de sociétés multinationales norvégiennes est implantée sur des sites de recherche de premier plan dans le monde. Rares sont les États membres de l'OCDE présentant un montant plus faible de dépenses de R&D privée par habitant, en dépit d'incitations fiscales généreuses depuis 2002. Moins de la moitié des entreprises norvégiennes ont dit mener des activités d'innovation ces dernières années, contre près de 80 % en Allemagne. Les entreprises norvégiennes obtiennent également un score médiocre s'agissant du pourcentage du chiffre d'affaires généré par les produits innovants. Selon l'édition 2014 du *Rapport sur la compétitivité dans le monde* du Forum économique mondial, certains obstacles, notamment des taux d'imposition élevés et un droit du travail contraignant, ne relèvent pas du système national d'innovation.

Intensifier les activités de R&D en période de faible croissance : une tâche ardue

L'un des objectifs proclamés de la stratégie de coopération future avec l'Union européenne du gouvernement norvégien arrivé au pouvoir en 2013 était de « faire de la Norvège l'un des pays les plus innovants d'Europe » (Gouvernement de la Norvège, 2014). De ce fait, le budget 2014 alloue davantage de fonds aux instruments appuyant la R&D des entreprises. Bien que les montants concernés et leur taux de progression soient peut-être trop timorés pour produire une vraie différence, il s'agit incontestablement d'un pas dans la bonne direction. Mais la Norvège devra faire davantage pour réaliser ses ambitions en matière d'innovation. Elle devra renforcer la science fondamentale et ses principaux acteurs, les universités de recherche, grâce aux mesures évoquées ci-dessus. Elle devra également renforcer les programmes existants et en inventer de nouveaux afin de forger des alliances entre les entreprises et les équipes de recherche des universités.

Tout cela aura bien évidemment un coût. Phénomène inhabituel en Norvège, la mobilisation d'un financement public suffisant risque de s'avérer un défi majeur dans les années à venir. L'effondrement de 50 % du cours du Brent entre juillet 2014 et janvier 2015 semble avoir sonné le glas d'une longue période marquée par une croissance annuelle forte et ininterrompue du PIB. Par conséquent, des objectifs à long terme optimistes tels que ceux fixés dans un livre blanc par le gouvernement précédent, à savoir doubler le ratio DIRD/PIB du pays pour atteindre 3 % d'ici 2015, ne semblent plus très réalistes. Comme de nombreux autres pays européens, la Norvège sera contrainte d'intensifier ses activités de R&D dans des secteurs économiques plus innovants en vue de se diversifier. En ces temps de faible croissance économique, la tâche sera incontestablement ardue (Charrel, 2015).

SUISSE



La Suisse pourra-t-elle conserver son rang ?

Pour la sixième année consécutive, la Suisse arrive en tête des 144 pays analysés dans l'édition 2014 du *Rapport sur la compétitivité dans le monde* du Forum économique mondial. Elle obtient des scores particulièrement élevés dans les domaines de l'enseignement supérieur, de la formation et de l'innovation. Qualifiée de « champion de l'innovation toutes catégories » par le Tableau de bord 2014 de l'Union de l'innovation de la Commission européenne, elle précède l'ensemble des États de l'UE, ses partenaires au sein de l'AELE et des acteurs mondiaux de premier plan comme les États-Unis, le Japon et la République de Corée. Quel est le secret de cette performance remarquable ? La Suisse pourra-t-elle conserver son rang ?

Tout d'abord, la Suisse possède un capital scientifique remarquablement solide. Sept de ses 12 universités figurent dans la liste des 200 meilleurs établissements du Classement académique des universités mondiales de l'Université Jiao Tong de Shanghai, axé principalement sur les produits de la recherche. Le pays arrive dans le trio de tête de la plupart des classements mondiaux en termes d'impact de ses publications scientifiques. Il est également de loin celui qui compte le plus de réponses favorables par habitant aux appels à propositions de projets du Conseil européen de la recherche, un organe de subventionnement devenu l'instrument de soutien de la recherche fondamentale le plus prestigieux d'Europe (voir encadré 9.1).

De toute évidence, excellence et internationalisation vont de pair dans les petits pays. Plus de la moitié des titulaires de doctorat des 12 universités suisses et près de la moitié du personnel de R&D du secteur privé sont originaires d'autres pays. Les deux tiers des enseignants des deux Écoles polytechniques fédérales (EPF), l'Eidgenössische Technische Hochschule de Zurich (ETHZ) et l'École polytechnique fédérale de Lausanne (EPFL), ne sont pas suisses.

Un secteur privé fortement engagé dans la recherche, conduit par des leaders mondiaux de l'ingénierie (ABB), de l'agroalimentaire (Nestlé), de l'agriculture et des biotechnologies (Syngenta) et des

produits pharmaceutiques (Novartis, Roche) implantés sur toute la planète, complète l'excellente performance des universités publiques et des instituts faisant partie du domaine des EPF. L'industrie pharmaceutique représente un tiers des dépenses totales de R&D interne helvétiques. Ces entreprises et les universités suisses font preuve de la même capacité à recruter des chercheurs de haut vol de toutes les nationalités pour participer aux efforts de recherche sur le territoire national comme dans leurs laboratoires à l'étranger.

La performance de la recherche scientifique est une chose mais sa transformation en produits innovants et compétitifs en est une autre. La Norvège en sait quelque chose. Le succès du système suisse s'explique notamment ainsi :

- Premièrement et avant tout, des universités réputées pour leur excellence mènent leurs activités de recherche en haute technologie en tandem avec des multinationales de pointe fortement engagées dans la recherche, qui opèrent elles-mêmes au sommet de la chaîne de valeur, au sein d'une zone géographique restreinte ;
- Deuxièmement, s'agissant de la recherche, les universités et les entreprises helvétiques possèdent des atouts essentiels en vue du développement de produits compétitifs à l'international. Plus de 50 % des publications touchent aux sciences biologiques et médicales, suivies par l'ingénierie, la physique et la chimie (figure 11.3) ;
- Troisièmement, plus de la moitié de la main-d'œuvre possède le niveau de formation requis pour occuper des postes hautement qualifiés dans les domaines de la science et de l'ingénierie (tableau 11.1). La Suisse arrive en tête de tous les autres pays européens pour cet indicateur. Cette situation découle moins d'un pourcentage élevé de diplômés de l'université (la Suisse ne brille pas particulièrement en ce domaine) que de l'existence d'une main-d'œuvre qui a acquis les qualifications nécessaires par d'autres moyens : d'une part grâce à l'excellent cursus professionnel dispensé par l'apprentissage et des universités spécialisées dans la recherche appliquée et la formation professionnelle (Fachhhochschulen/Hautes écoles spécialisées) et d'autre part grâce au recrutement de professionnels étrangers de haut niveau ;
- Quatrièmement, la répartition des tâches entre le secteur public et le secteur privé est claire. Le fait que près des deux tiers de la R&D suisse soient financés par l'industrie (figure 11.2) non seulement garantit l'efficacité du transfert de technologies (les filières internes constituent le chemin le plus court entre découvertes scientifiques et produits compétitifs), mais permet aussi au secteur public de se concentrer sur la recherche fondamentale généraliste ;
- Cinquièmement, gérés dans un système politique stable, à l'instar de ses stratégies, les niveaux élevés d'investissement dans la R&D n'ont jamais fléchi. Comme la plupart des pays occidentaux, la Suisse a été frappée par la crise financière de 2008, mais son PIB a rapidement retrouvé son niveau normal et l'impact sur les dépenses de R&D a été minime. Même dans le secteur privé, l'investissement dans la R&D n'a que très peu diminué, passant de 1,9 à 1,8 % du PIB. Les universités ont été particulièrement choyées, puisqu'en à peine quatre ans, leur budget a augmenté d'un tiers ;
- Enfin, la Suisse présente une multitude d'avantages pour les entreprises en général et les sociétés de haute technologie en particulier : excellentes infrastructures de recherche et bonne connectivité (87 % de la population avaient accès à Internet[9] en 2013), faible fiscalité, marché du travail peu réglementé, peu d'obstacles à la création d'entreprises, salaires élevés et qualité de vie enviable. Autre atout majeur : sa situation au cœur de l'Europe, contrairement à l'Islande et à la Norvège.

La Suisse risque l'isolement en Europe

La Suisse doit son succès dans la STI à la mise en place d'un réseau international solide. Ironiquement, les retombées du référendum de 2014 risquent de remettre en cause cette belle réussite.

L'adoption d'une initiative populaire restreignant l'immigration en Suisse en février 2014 va à l'encontre de l'un des principes directeurs de l'Union européenne, à savoir la libre circulation des personnes (encadré 11.2). Peu de temps après le vote, le gouvernement suisse a informé l'UE et la Croatie qu'il ne pouvait pas signer de protocole à l'accord sur la libre circulation passé avec la Commission européenne, qui en étendrait automatiquement les dispositions aux ressortissants croates. Leur accorder un accès illimité au marché du travail aurait été incompatible avec le vote populaire avalisant l'initiative « Contre l'immigration de masse » (encadré 11.2).

L'Union européenne a réagi sans attendre. La Commission européenne a exclu la Suisse de programmes de recherche représentant potentiellement des centaines de millions d'euros pour ses universités et suspendu les négociations sur la participation de la Suisse en tant que membre à part entière au programme de recherche et d'innovation le plus ambitieux et le mieux financé au monde : Horizon 2020 et ses 77 milliards d'euros. La Commission européenne a également suspendu la Suisse du programme d'échange d'étudiants Erasmus. Selon l'agence de presse ATS, près de 2 600 étudiants suisses ont profité d'Erasmus en 2011 et la Suisse a accueilli la même année environ 2 900 étudiants au titre de ce même programme financé par l'Union européenne.

Grâce à une intense activité diplomatique menée en coulisses et à des discussions bilatérales fructueuses, les tensions s'étaient apaisées à la mi-2015. Finalement, la Suisse pourra participer à « Excellent Science », le principal pilier d'Horizon 2020. Cela signifie que ses universités auront droit aux subventions versées par le Conseil européen de la recherche et par le programme Technologies futures et émergentes (FET), entre autres. Il s'agit là d'une bonne nouvelle pour l'École polytechnique fédérale de Lausanne (EPFL), chargée du Projet du cerveau humain, l'un des deux projets phares[10] du programme FET, qui vise à mieux comprendre le fonctionnement du cerveau.

9. Le ratio est encore plus élevé au Liechtenstein (94 %), en Norvège (95 %) et en Islande (97 %).

10. L'autre projet phare concerne le développement des matériaux de demain, comme le graphène.

Tout semble donc aller pour le mieux dans le meilleur des mondes, mais l'épée de Damoclès n'en reste pas moins toujours suspendue au-dessus du gouvernement helvétique. L'accord actuel arrivera à échéance en décembre 2016. Si la Suisse n'adopte pas d'ici là une politique en matière d'immigration respectant le principe de la libre circulation des personnes, elle perdra son statut de membre associé à part entière d'Horizon 2020 et conservera celui de tierce partie dans le programme Erasmus+. Dans cette hypothèse, seule la participation aux projets de l'Union sera remise en cause, mais pas son engagement en Europe (CERN, par exemple). En revanche, elle se trouvera très isolée dans le paysage scientifique et technologique européen.

Une croissance économique décevante pourrait nuire aux objectifs en matière de R&D

Il est crucial pour la Suisse de demeurer membre de l'Espace de recherche européen, mais un autre défi la guette si elle souhaite rester en tête de la course. Elle devra également continuer à investir aussi généreusement dans la R&D qu'elle le fait actuellement. Le plan financier 2013-2016 prévoit des taux de croissance annuelle exceptionnellement élevés de l'ordre de 4 % pour l'éducation, la recherche et l'innovation. Mais il est antérieur à la surévaluation du franc suisse par rapport à l'euro en janvier 2015, qui a fragilisé les exportations et le tourisme. Les objectifs précédemment fixés ne semblent plus aussi faciles à atteindre qu'au début 2015. Comme en Norvège, mais pour des raisons différentes, la croissance économique vacille. La croissance conditionnant la hausse des dépenses publiques, la R&D risque d'en pâtir, au même titre que de nombreux autres domaines stratégiques.

Dépendance excessive envers quelques multinationales

Le recrutement d'un personnel de R&D hautement qualifié constitue un autre goulot d'étranglement. En trois ans à peine, la Suisse a reculé de la 14e à la 24e place dans l'édition 2014 du *Rapport sur la compétitivité dans le monde* du Forum économique mondial en termes de capacité à trouver et recruter les talents dont elle a besoin pour conserver ses avantages en matière d'innovation. Il existe aussi des dangers plus structurels tels que la nette dépendance de

Encadré 11.2 : Le monde scientifique suisse face aux conséquences du vote sur l'immigration

Évaluer l'attitude du public à l'égard de la science et de la technologie à l'aide de sondages informels est une chose, prendre des décisions concernant des questions scientifiques par le biais de référendums juridiquement contraignants en est une autre.

Les référendums d'initiative populaire font partie du fonctionnement normal de la démocratie directe suisse. La population est consultée sur tous les sujets, depuis le changement des horaires d'ouverture des magasins jusqu'aux traités multilatéraux en passant par le plafonnement des primes accordées aux cadres dirigeants d'entreprise. De temps en temps, elle vote également sur des questions en rapport avec la science et la technologie.

Hormis les nombreuses consultations pour lesquelles les attitudes à l'égard de technologies spécifiques ne constituaient pas toujours le principal argument à l'appui d'un « oui » ou d'un « non » (l'énergie nucléaire, par exemple), quatre référendums organisés au niveau fédéral ces 20 dernières années concernaient des dispositions légales susceptibles de brider sévèrement la recherche. À chaque fois, ils demandaient aux citoyens d'exprimer leur sentiment sur une question extrêmement complexe (vivisection, cellules souches, modification génétique des produits agricoles, technologies reproductives). Les résultats de ces consultations font apparaître une tendance nette. Dans les quatre cas, la grande majorité des citoyens a rejeté des mesures qui auraient limité ou entravé la recherche scientifique.

Compte tenu de l'attitude très positive des Suisses à l'égard de la science et de la technologie, pourquoi donc se sont-ils opposés en 1992 à l'accord sur l'Espace économique européen, qui leur aurait donné automatiquement accès à l'Espace européen de la recherche ? Plus important encore, pourquoi ont-ils voté en février 2014 en faveur d'une initiative limitant l'immigration, qui compromet gravement la coopération scientifique et technologique du pays avec l'UE ? Un résident helvétique sur quatre est né à l'étranger et environ 80 000 personnes, pour la plupart des citoyens de l'UE, viennent s'installer en Suisse chaque année.

Deux raisons principales expliquent ce rejet. La première saute aux yeux : dans les deux cas, la science et la technologie faisaient partie d'un ensemble, et comme l'ont montré les sondages postérieurs aux référendums, la population n'a pas compris que voter contre l'un des quatre principes de l'UE (la libre circulation des personnes) affaiblirait aussi la science suisse, ou a jugé cette conséquence secondaire.

La seconde raison découle directement de la première. L'élite politique suisse, qui était favorable à l'accord sur l'Espace économique européen et opposée à un contrôle strict de l'immigration, a laissé passer l'occasion de mettre la science et la technologie au programme de la campagne. Le résultat aurait probablement été différent puisque le résultat des deux référendums était extrêmement serré. L'initiative de février 2014 « Contre l'immigration de masse » a été adoptée par 1 463 854 voix contre 1 444 552. Si les directeurs d'universités suisses et d'autres acteurs importants de la scène scientifique helvétique avaient pensé à publier quelques articles éclairants dans des grands journaux pendant les semaines précédant le référendum afin d'attirer l'attention sur le coût potentiel du « oui » en termes de privation d'accès à la recherche européenne et aux échanges d'étudiants (Erasmus), le résultat aurait très probablement été tout autre.

Source : Compilé par l'auteur.

l'économie vis-à-vis de la performance de quelques entreprises multinationales fortement engagées dans la R&D. Que se passera-t-il si celles-ci trébuchent ? Les derniers rapports en date de l'OCDE et de l'Union européenne indiquent une chute de la proportion de sociétés suisses investissant dans l'innovation, de même qu'une exploitation moins efficace que par le passé de leur potentiel d'innovation de la part des PME helvétiques.

De ce fait, le gouvernement risque de devoir se montrer plus interventionniste (encadré 11.3). Il a déjà fait un pas dans cette direction. En 2013, il a transféré la responsabilité de la R&D du Département fédéral de l'intérieur au Département fédéral de l'économie, de la formation et de la recherche. Ce transfert n'est certes pas sans risque, mais tant que le nouvel environnement politique reconnaîtra le rôle clé de la recherche fondamentale dans la chaîne de valeur ajoutée et soutiendra la recherche scientifique autant que son prédécesseur, le rapprochement avec la recherche appliquée publique pourrait bien s'avérer bénéfique. Plusieurs initiatives en préparation vont dans ce sens. L'une d'entre elles est la création de deux parcs d'innovation régionaux autour des deux Écoles polytechniques fédérales, l'ETHZ de Zurich et l'EPFL de Lausanne, dans la région de l'ouest du pays baptisée Health Valley[11]. Une deuxième est le financement de plusieurs centres de compétences technologiques afin de faire pendant aux très performants pôles de compétences nationaux financés par le Fonds national suisse de la recherche scientifique depuis 2001. Une troisième prévoit la création d'un réseau de centres de recherche sur l'énergie piloté par la Commission pour la technologie et l'innovation qui sera réorganisée et mieux financée, afin de lui faciliter sa mission ainsi que d'autres tâches axées sur la technologie. Un ensemble de mesures visant à améliorer les perspectives de carrière des scientifiques de la nouvelle génération est également à l'étude. Il comprend de meilleures conditions de travail pour les doctorants, une politique de discrimination positive afin d'augmenter le nombre de femmes occupant des postes à responsabilité dans les universités et, à moyen terme, l'introduction d'un système national de prétitularisation conditionnelle (Gouvernement suisse, 2014).

11. Compte tenu de la présence de nombreuses sociétés engagées dans les biotechnologies et des activités technico-médicales, ainsi que de l'excellence de la recherche clinique menée par plusieurs hôpitaux et des travaux en sciences de la vie conduits par des universités de premier plan.

Encadré 11.3 : **Swissnex : la Suisse invente les consulats scientifiques**

L'un des facteurs susceptibles d'expliquer le succès de la Suisse en matière de STI revient régulièrement : le rayonnement du pays à l'international. La Suisse parvient à attirer les meilleurs éléments étrangers et sait être présente là où il faut. Les institutions d'enseignement supérieur helvétiques sont extrêmement bien connectées (tableau 11.1), tout comme les sociétés suisses fortement engagées dans la recherche, quel que soit le domaine. Implantées dans le monde entier, ces dernières ont créé des filiales et des laboratoires de recherche à proximité d'autres pôles scientifiques de haut niveau, tels que l'agglomération de Boston ou diverses régions de la Californie aux États-Unis. Environ 39 % de leurs découvertes brevetées, un record mondial, sont le fruit de coentreprises avec des groupes étrangers spécialisés dans la recherche.

De plus, le gouvernement suisse, que l'on aurait pourtant du mal à taxer d'interventionnisme, n'hésite pas à aider ses ressortissants à « séduire » des territoires étrangers : la diplomatie scientifique helvétique est peut-être la plus active du monde et la plus favorables aux entreprises. Outre le réseau classique d'attachés scientifiques présents dans les grandes ambassades de la plupart des pays industrialisés, la Suisse a commencé à mettre en place dans certains hauts lieux scientifiques et technologiques des pôles spécialisés baptisés « swissnex ». Les swissnex sont le fruit de la collaboration entre deux ministères. Officiellement annexés aux consulats et aux ambassades helvétiques et faisant à ce titre partie de l'appareil diplomatique, ils relèvent du Secrétariat d'État à la formation, à la recherche et à l'innovation (SEFRI) pour ce qui est de la stratégie et du contenu.

Le premier swissnex a été créé aux États-Unis en 2000, à mi-chemin entre l'Université de Harvard et le MIT (Massachusetts Institute of Technology). Cinq autres ont suivi : Bangalore (Inde), Rio de Janeiro (Brésil), San Francisco (États-Unis), Shanghai (Chine) et Singapour.

Les swissnex sont uniques en leur genre. Une petite structure située dans les locaux d'une mission diplomatique et financée à la fois par le gouvernement suisse et par des parrains privés est systématiquement chargée de la même mission : montrer que la Suisse n'est pas que le pays du chocolat, des montres et des paysages de carte postale, mais aussi un leader de la STI.

Parallèlement, ils ont pour but de faciliter la coopération entre la R&D publique et privée en Suisse et dans le pays hôte en adaptant son portefeuille au contexte local. De toute évidence, la Suisse ne peut adopter la même approche pour convaincre les États-Unis et la Chine. Si les États-Unis disposent d'un système scientifique ouvert et accueillent une multitude de filiales de sociétés suisses de haute technologie, la science helvétique est encore peu connue en Chine, où la politique pèse davantage sur les façons de procéder. Le réseau swissnex répond à ces préoccupations et constitue l'un des nombreux atouts qui permettent à la Suisse de rester en tête du peloton.

Source : Compilé par l'auteur, notamment à partir de Schlegel (2014).

Collectivement, toutes ces mesures permettront peut-être à la Suisse de conserver sa première place, mais aucune d'entre elles ne suggère comment elle pourrait jouer un rôle actif en Europe. Il faut espérer que cet oubli sera réparé dans un avenir proche. Un autre référendum proposant de restreindre davantage encore l'immigration a subi une cuisante défaite en novembre 2014 et cette fois, les scientifiques suisses se sont exprimés avant le vote[12].

CONCLUSION

Un bel avenir en perspective moyennant quelques ajustements

Avec un PIB par habitant nettement supérieur à la moyenne de l'Union européenne et de très faibles taux de chômage, la position économique des quatre petits et micro États qui constituent l'Association européenne de libre-échange est particulièrement favorable. Même si leurs chaînes de valeur ajoutée ne sont pas linéaires, l'excellente qualité de l'éducation supérieure et de la production de R&D constituent indéniablement des facteurs clés de leur succès.

La Suisse se trouve au premier rang ou dans le trio de tête des classements internationaux en termes de performance de R&D, de potentiel d'innovation et de compétitivité. Dans les années à venir, elle devra relever un triple défi : défendre sa suprématie, continuer à investir massivement dans la recherche fondamentale afin de préserver la qualité exceptionnelle de ses universités, et injecter les nouveaux fonds publics réservés aux initiatives nationales et régionales dans la recherche appliquée et les technologies. Elle devra également résoudre ses désaccords politiques avec l'Union européenne d'ici fin 2016 afin d'assurer sa pleine participation à Horizon 2020, le programme de R&D plurinational le plus complet et le mieux financé au monde.

La Norvège devra réduire sa forte dépendance économique vis-à-vis d'une industrie pétrolière relativement peu engagée dans la R&D en diversifiant son économie avec l'aide de sociétés de haute technologie innovantes, qui devront pour cela se rapprocher de la R&D publique. Les investissements publics et privés dans la R&D, dérisoires pour un pays au revenu aussi élevé, auront besoin d'un coup de pouce.

L'Islande devra avant tout soigner les plaies non cicatrisées de la crise financière de 2008 et reconquérir le terrain perdu. Il y a moins de 10 ans, elle était un acteur incontournable de la recherche, fait étonnant vu sa taille et son isolement géographique, et obtenait d'excellents scores en termes de ratio DIRD/PIB, de nombre de publications scientifiques par habitant et d'impact des publications.

Le minuscule Liechtenstein, quant à lui, n'est pas confronté à des problèmes notables en matière de R&D, si ce n'est d'assurer une base financière solide à son établissement d'enseignement supérieur phare, l'Université du Liechtenstein, créée sous sa forme actuelle il y a dix ans. Le gouvernement devra également mettre en place un cadre politique permettant aux industries nationales prospères de continuer à investir dans la R&D aux niveaux traditionnellement élevés qui les caractérisent.

Les quatre États de l'Association européenne de libre-échange ont un bel avenir devant eux, car s'ils partagent bien une caractéristique commune expliquant leur position de force en Europe et dans le monde, c'est bien leur stabilité politique.

OBJECTIFS PRINCIPAUX DES PAYS DE L'AELE

- Islande : augmentation du ratio DIRD/PIB à 3 % d'ici 2016 ;
- Islande : introduction de mesures fiscales incitant à investir dans les entreprises innovantes ;
- Norvège : investissement de 250 millions de dollars entre 2013 et 2023 dans le financement des activités de recherche de ses 13 nouveaux centres d'excellence ;
- Suisse : création de deux parcs d'innovation à proximité de l'ETHZ et de l'EPFL, parrainés par les cantons hôtes, le secteur privé et des établissements d'enseignement supérieur ;
- Suisse : d'ici fin 2016, résolution du désaccord politique actuel avec l'Union européenne concernant la libre circulation des personnes afin de conserver son statut de partenaire associé d'Horizon 2020.

12. Voir, par exemple, l'éditorial de Patrick Aebischer, président de l'EPFL, dans *Flash*, le journal du campus, dans les jours précédant le référendum.

RÉFÉRENCES

AELE (2014) *This is EFTA 2014*. Association européenne de libre-échange : Genève et Bruxelles.

AELE (2012) The European Economic Area and the single market 20 years on. *EFTA Bulletin,* septembre.

Bureau de la statistique (2014) *Liechtenstein in Figures 2015*. Principauté du Liechtenstein : Vaduz.

Charrel, M. (2015) La Norvège prépare l'après-pétrole. *Le Monde*, 2 mars.

Commission européenne (2014a) *ERAC Peer Review of the Icelandic Research and Innovation System: Final Report.* Rapport du groupe d'experts indépendants. Commission européenne : Bruxelles.

Commission européenne (2014b) *ERAWATCH Country Reports 2013: Iceland.* Commission européenne : Bruxelles.

Conseil norvégien de la recherche (2013) *Report on Science and Technology Indicators for Norway.*

DASTI (2014) *Research and Innovation Indicators 2014. Research and Innovation: Analysis and Evaluation 5/2014*. Agence danoise pour la science, la technologie et l'innovation : Copenhague.

Gouvernement de l'Islande (2014) *Science and Technology Policy and Action Plan 2014-2016.*

Gouvernement du Liechtenstein (2010) *Konzept zur Förderung der Wissenschaft und Forschung* [*Note conceptuelle sur le progrès de la connaissance et de la recherche*, BuA n° 101/2010].

Gouvernement de la Norvège (2014) *Norway in Europe, The Norwegian Government's Strategy for Cooperation with the EU 2014-2017.*

Gouvernement de la Suisse (2014) *Mesures pour encourager la relève scientifique en Suisse.*

Gouvernement de la Suisse (2012) *Message du 22 février 2012 relatif à l'encouragement de la formation, de la recherche et de l'innovation pendant les années 2013 à 2016.*

Hertig, H. P. (à paraître) *Universities, Rankings and the Dynamics of Global Higher Education*. Palgrave Macmillan : Basingstoke, Royaume-Uni.

Hertig, H. P. (2008) La Chine devient une puissance mondiale en matière scientifique. *Horizons*, mars 2008, p. 28-30.

Ministère norvégien de l'éducation et de la recherche (2014) *Research in Norway.* Ministère de l'éducation et de la recherche : Oslo.

OCDE (2014) *Science, technologie et industrie : Perspectives de l'OCDE 2014.* Organisation de coopération et de développement économiques : Paris.

OCDE (2013) *Science, technologie et industrie : Tableau de bord de l'OCDE 2013.* Organisation de coopération et de développement économiques : Paris.

Office fédéral de la statistique (2014) *R-D suisse en 2012. Finances et personnel.* Gouvernement de la Suisse : Berne.

Schlegel, F. (2014) Swiss science diplomacy: harnessing the inventiveness and excellence of the private and public sectors. *Science & Diplomacy,* mars 2014.

UNESCO (2013) *Rankings and Accountability in Higher Education : Uses and Misuses.*

Hans Peter Hertig, né en 1945 en Suisse, est professeur émérite de l'École polytechnique fédérale de Lausanne, en Suisse. Il est titulaire d'un doctorat en science politique délivré par l'Université de Berne en 1978 et a enseigné dans des universités en Suisse et aux États-Unis. M. Hertig fut également directeur du Fonds national suisse de la recherche scientifique de 1993 à 2005. Il a par ailleurs piloté la mise en place du pôle scientifique suisse « Swissnex » à Shanghai (Chine). Il est spécialisé dans la programmation interdisciplinaire, les échanges culturels et la politique scientifique.

Les sept pays du bassin de la mer Noire bénéficieraient d'une culture plus affirmée dans le domaine de l'évaluation des politiques de STI.

Deniz Eröcal et **Igor Yegorov**



La voiture expérimentale de l'Université technique d'Istanbul, Ariba VI, propulsée par la seule énergie solaire, se fraye un chemin au milieu des automobilistes sur un pont enjambant le Bosphore lors de son premier essai routier longue distance le 20 août 2013.
Photo : © Université technique d'Istanbul, équipe en charge de la voiture solaire

12. Pays du bassin de la mer Noire

Arménie, Azerbaïdjan, Bélarus, Géorgie, République de Moldova, Turquie, Ukraine

Deniz Eröcal et Igor Yegorov

INTRODUCTION

La Turquie progresse, tandis que d'autres pays ont perdu du terrain

Faute d'un terme plus approprié, les sept pays concernés par le présent chapitre seront désignés collectivement sous le nom de « pays de la mer Noire ». Ils ne constituent pas une région du monde au sens où on l'entend habituellement[1], mais présentent néanmoins quelques similitudes structurelles. Pour commencer, ils sont proches géographiquement, puisque tous sauf l'Arménie et l'Azerbaïdjan sont situés dans le bassin de la mer Noire. Ces sept pays sont en outre des économies à revenu intermédiaire qui cherchent à atteindre une tranche de revenu supérieure. Leurs différences sont tout aussi instructives. Dans le domaine du commerce de produits manufacturés, par exemple, on distingue trois groupes : les pays qui entretiennent traditionnellement des relations économiques étroites avec la Fédération de Russie (Arménie, Bélarus, République de Moldova et Ukraine), dont certains cherchent à présent à diversifier leurs partenaires commerciaux (République de Moldova et Ukraine) ; les pays qui sont de plus en plus intégrés dans les marchés mondiaux (Géorgie et Turquie) et les pays qui commercialisent peu de produits manufacturés (Azerbaïdjan) [tableau 12.1]. Au cours des deux dernières décennies, ces sept pays se sont cependant efforcés de renforcer les liens économiques et institutionnels qui les unissent, comme en témoigne la création de l'Organisation de coopération économique de la mer Noire (OCEMN) [encadré 12.1].

Six des sept pays de la mer Noire faisaient partie de l'Union des républiques socialistes soviétiques (ex-URSS) jusqu'au début des années 1990. Moins industrialisé, le septième (la Turquie) avait été frappé par des crises économiques récurrentes jusqu'à cette période. Beaucoup de choses ont changé depuis. La Turquie rattrape progressivement les économies avancées, tandis que d'autres pays de la mer Noire perdent du terrain. Cela dit, ces sept pays sont sans conteste plus comparables entre eux aujourd'hui qu'à toute autre époque de leur histoire moderne sur les plans économique et technologique. Tous recèlent indéniablement un potentiel de développement rapide.

Entre 2008 et 2013, le PIB de l'Azerbaïdjan, du Bélarus, de la Géorgie, de la République de Moldova et de la Turquie a augmenté plus rapidement que celui des pays à revenu élevé (eux-mêmes frappés par la récession suite à la crise américaine des subprimes), mais moins vite que la moyenne des économies à revenu intermédiaire. Tous les pays sauf l'Azerbaïdjan et le Bélarus sont entrés en récession en 2009, avant de revenir à une croissance positive – certes modeste – l'année suivante. La croissance économique de l'Ukraine a marqué le pas en 2009, chutant de 15 %. Il s'agit du seul pays de la mer Noire où le PIB par habitant reste inférieur au niveau de 2008. La crise économique actuelle en Ukraine est liée au conflit qui sévit dans le pays et qui a fait reculer le PIB de plus de 6 % en 2014. Les indicateurs macroéconomiques pour la plupart des autres pays sont restés sous contrôle, à l'exception notable de l'inflation au Bélarus, qui est montée à plus de 50 % en 2011 et 2012 avant de retomber à 18 %, mais également du chômage, qui s'est maintenu entre 16 % et 18 % en Arménie et en Géorgie, et aux alentours de 10 % en Turquie et en Ukraine selon l'Organisation internationale du Travail. Entre 2008 et 2013, seule la Turquie a enregistré des progrès en termes de développement humain, tel que défini par l'indice du PNUD. La croissance en Azerbaïdjan a été en grande partie portée par les prix élevés du pétrole.

1. La Bulgarie et la Roumanie se trouvent au bord de la mer Noire, mais ces pays sont évoqués dans le chapitre 9.

Tableau 12.1 : **Tendances socioéconomiques dans les pays de la mer Noire**

	Tendances démographiques		Accès à Internet	Tendances en matière de PIB			Emploi		Exportations de produits manufacturés		
	Population (en milliers), 2014	Croissance cumulée, 2008-2013	Pour 100 personnes, 2013	Par habitant (en dollars PPA), 2008	Par habitant (en dollars PPA), 2013	Croissance annuelle moyenne, 2008-2013	En part de la population adulte, 2013 (%)	Part moyenne travaillant dans l'industrie, 2010-2012 (%)	En part des exportations totales de marchandises, 2012 (%)	En pourcentage du PIB, 2012 (%)	Évolution sur 10 ans en pourcentage du PIB, 2012 (%)
Arménie	2 984	0,0	46,3	7 099	7 774	1,7	63	17	22,1	3,2	-8,4
Azerbaïdjan	9 515	6,0	58,7	13 813	17 139	5,5	66	14	2,4	1,1	-0,9
Bélarus	9 308	-2,1	54,2	13 937	17 615	4,4	56	26	46,7	33,8	-1,0
Géorgie	4 323	-1,6	43,1	5 686	7 165	3,5	65	6	53,4	8,0	4,3
République de Moldova	3 461	-4,1	48,8	3 727	4 669	4,0	40	19	37,2	11,0	-1,0
Turquie	75 837	6,5	46,3	15 178	18 975	3,3	49	26	77,7	15,0	2,0
Ukraine	44 941	-2,6	41,8	8 439	8 788	-0,2	59	26	60,6	23,5	-5,0

Source : Institut de statistique de l'UNESCO ; pour l'emploi et les exportations de produits manufacturés : Indicateurs du développement dans le monde de la Banque mondiale, consultés en novembre 2014.

De nombreuses ex-républiques soviétiques souffrent d'un affaiblissement de leur intégrité territoriale, qui les empêche de se concentrer sur les questions liées au développement à long terme. Elles portent les stigmates de ce que l'on a appelé les « conflits gelés », imputables aux guerres de courte durée qui ont conduit une partie de leur territoire à échapper à leur contrôle : la région montagneuse du Haut-Karabagh (Artsakh), que l'Arménie et l'Azerbaïdjan se disputent depuis 1991 ; la région sécessionniste de la Transnistrie en République de Moldova (depuis 1992) ; les régions sécessionnistes de l'Abkhazie et de l'Ossétie du Sud en Géorgie (depuis 1990-1992) et, plus récemment, les régions de la Crimée et du Donbass en Ukraine. Depuis 2014, l'Union européenne (UE), les États-Unis et plusieurs autres pays exercent des sanctions à l'encontre de la Fédération de Russie, qu'ils accusent d'encourager le séparatisme en Ukraine. Les tensions avec la Fédération de Russie ont vu le jour en 2013 lorsque la Géorgie, la République de Moldova et l'Ukraine ont annoncé leur intention de signer des accords d'association avec l'UE afin de renforcer leurs liens politiques et leur intégration économique.

Outre des problèmes économiques et géopolitiques, la plupart des pays de la mer Noire sont également confrontés à des défis démographiques. La population diminue dans tous les pays sauf en Azerbaïdjan et en Turquie. Depuis le milieu des années 2000, la Turquie est parvenue à enrayer le déclin de son ratio emploi-population en mettant en œuvre une série de réformes économiques en faveur du marché. Des taux d'émigration élevés ont empêché la République de Moldova de juguler sa propre hémorragie. La plupart des autres pays de ce groupe ont réussi à maintenir des taux d'emploi relativement élevés, contrairement à de nombreuses économies avancées.

TENDANCES RÉGIONALES EN MATIÈRE DE GOUVERNANCE DE LA STI

Les scientifiques coopèrent avec l'Orient et l'Occident

Pour les pays de la mer Noire, l'UE représente collectivement le principal pôle de coopération scientifique et technologique internationale. Un coup d'œil à la coopération transfrontalière en matière de publication scientifique (voir p. 323) suggère que les sept pays du bassin de la mer Noire entretiennent effectivement des liens avec les principales puissances scientifiques de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE), mais que la plupart des ex-républiques soviétiques ont également maintenu leurs liens scientifiques historiques avec la Fédération de Russie. Les données révèlent également que l'Azerbaïdjan et la Turquie collaborent désormais étroitement. Les États-Unis sont un partenaire clé pour les sept pays, notamment grâce à la diaspora universitaire active originaire d'Arménie et de Géorgie établie sur le territoire américain. La diaspora universitaire turque devrait quant à elle augmenter dans les années à venir, du fait de la présence de nombreux doctorants originaires de Turquie aux États-Unis.

Le programme-cadre de l'UE pour la recherche et le développement technologique, comprenant l'actuel programme Horizon 2020 (2014-2020), est un important instrument de

Encadré 12.1 : l'Organisation de coopération économique de la mer Noire

L'Organisation de coopération économique de la mer Noire (OCEMN) comprend 12 membres : l'Albanie, l'Arménie, l'Azerbaïdjan, la Bulgarie, la Fédération de Russie, la Géorgie, la Grèce, la République de Moldova, la Roumanie, la Serbie, la Turquie et l'Ukraine. Le Bélarus n'est donc pas membre.

L'OCEMN a été fondée en 1992, peu de temps après l'effondrement de l'URSS, afin d'œuvrer pour la prospérité et la sécurité dans une région située autour de la mer Noire, aux confins de l'Union européenne. Elle a officiellement acquis le statut d'organisation intergouvernementale grâce à un accord signé en 1998.

L'un des objectifs stratégiques de l'OCEMN consiste à approfondir ses liens avec la Commission européenne qui siège à Bruxelles. Dans une certaine mesure, les institutions de l'OCEMN reflètent celles de l'UE. Le Conseil des Ministres des affaires étrangères, qui se réunit tous les six mois, est le principal organe décisionnel de l'OCEMN. Il existe également une Assemblée parlementaire, inspirée de celle du Conseil de l'Europe, et un Secrétariat international permanent, dont le siège est à Istanbul, qui est dirigé par un Secrétaire général.

Le Conseil d'affaires de l'OCEMN est composé d'experts et de représentants des Chambres de commerce des États membres. Il encourage la coopération entre les secteurs public et privé. De son côté, la Banque de commerce et de développement de la mer Noire gère les financements octroyés aux projets régionaux de coopération. Pour ce faire, la banque bénéficie du soutien de la Banque européenne d'investissement et de la Banque européenne pour la reconstruction et le développement. Il existe également un Centre international d'études sur la mer Noire.

L'OCEMN a adopté deux *Plans d'action sur la coopération en science et technologie.* Le premier couvrait la période 2005-2009, le second la période 2010-2014. Ne bénéficiant pas de budget dédié, le second plan d'action a été financé sur la base de projets. Le Réseau de coopération internationale dans les sciences et la technologie pour les pays d'Europe de l'Est et d'Asie centrale (IncoNet EECA) financé par l'UE et le Réseau pour la science et la technologie dans la région de la mer Noire (BS-ERA.NET) sont deux projets clés qui ont été menés respectivement en 2008 et 2009. Le plan d'action était également axé sur le développement d'infrastructures multinationales physiques et virtuelles grâce à la mise en commun des ressources des États membres de l'OCEMN, la mise en réseau des instituts de recherche et des universités dans les pays de l'OCEMN et leur raccordement au réseau européen Gigabit et à d'autres réseaux électroniques de l'UE comme e-Science.

Source : www.internationaldemocracywatch.org ; www.bsec-organization.org.

coopération. Ayant signé un accord d'association avec l'UE dès 1964, la Turquie est depuis quelque temps déjà un pays associé de l'Espace européen de la recherche (EER) et des programmes-cadres de l'UE sur six ans. Elle est également membre d'un organisme de recherche financé par le programme-cadre et connu sous le nom de coopération européenne en science et technologie (COST). Tout comme l'Ukraine, la Turquie participe également à Eureka, une organisation intergouvernementale qui assure une coordination et un financement paneuropéens de la R&D industrielle orientée vers le marché. Les événements géopolitiques récents dans la région de la mer Noire, et plus largement au Moyen-Orient, n'impliquent pas nécessairement un changement radical d'orientation de la Turquie en matière de coopération scientifique et technologique. Des observations anecdotiques suggèrent cependant que la Turquie vise de plus en plus des activités de R&D avancée dans le secteur de la défense.

Les accords d'association signés par l'UE avec la Géorgie, la République de Moldova et l'Ukraine mi-2014 prévoient une participation accrue de ces pays au programme Horizon 2020. S'il est encore trop tôt pour évaluer l'impact des tensions géopolitiques de ces deux dernières années sur la science et la technologie dans la région, il est probable qu'elles accéléreront la coopération de l'Ukraine[2] avec l'UE. En mars 2015, l'Ukraine a signé un accord avec l'UE en vue de devenir membre associé du programme Horizon 2020 (2014-2020) à des conditions bien plus avantageuses qu'auparavant, en ayant notamment la possibilité de participer à la coopération scientifique à une fraction du coût initial. Cela devrait permettre aux scientifiques ukrainiens de participer plus activement au programme Horizon 2020, mais pourrait également accroître à court terme l'afflux de scientifiques ukrainiens vers l'UE. L'accord d'association signé par la République de Moldova avec l'UE devrait produire un effet similaire, quoique plus limité. La République de Moldova est officiellement associée au programme-cadre depuis 2012 (Sonnenburg *et al.*, 2012).

Les pays de la mer Noire n'ayant pas signé d'accord d'association avec l'UE peuvent également prétendre aux financements du programme-cadre. Des projets tels que le Réseau pour la science et la technologie dans la région de la mer Noire de l'EER (BS-ERA.NET) [2009-2012] cherchent en outre à accroître leur participation au programme-cadre. En collaboration avec l'OCEMN, ce projet de réseau a joué un rôle déterminant dans le financement de différents projets de coopération transfrontalière, en particulier dans le domaine des technologies propres et écologiquement rationnelles (encadré 12.1). L'absence de cadre de coopération formel pourrait cependant limiter la capacité du Bélarus à participer au programme-cadre, malgré le niveau de collaboration internationale relativement élevé du pays en matière de R&D.

D'autres projets multilatéraux s'efforcent actuellement d'élargir leur portée. On peut citer l'exemple du Centre pour la science et la technologie en Ukraine, financé par le Canada, les États-Unis, la Suède et l'UE. Cette organisation intergouvernementale a le statut de mission diplomatique. Créée en 1993 pour promouvoir la non-prolifération des armes nucléaires, elle s'attache aussi désormais à encourager la coopération avec l'Azerbaïdjan, la Géorgie, l'Ouzbékistan et la République de Moldova dans un large éventail de domaines technologiques[3].

Le processus de création d'une Union économique eurasienne (autre conséquence majeure des récentes tensions géopolitiques) s'accélère également avec la signature du traité fondateur de l'Union par le Bélarus, la Fédération de Russie et le Kazakhstan en mai 2014, puis l'accession de l'Arménie en octobre 2014 (voir chapitre 14). La coopération scientifique et technologique au sein de ce groupe étant déjà considérable et bien codifiée dans les textes juridiques, l'Union économique eurasienne ne devrait avoir qu'un impact supplémentaire limité sur la coopération entre les universités et les laboratoires publics, mais pourrait encourager les partenariats de R&D entre les entreprises.

TENDANCES EN MATIÈRE DE RESSOURCES HUMAINES ET DE R&D

Forts taux d'inscription dans l'enseignement supérieur

L'éducation est l'une des forces de la région. Le Bélarus et l'Ukraine soutiennent la comparaison avec les pays développés en termes de taux d'inscription brut dans l'enseignement supérieur, avec plus de 90 % des 19-25 ans au Bélarus et 80 % en Ukraine. Quant à la Turquie, qui partait pourtant de très bas, elle a récemment réalisé d'importants progrès (tableau 12.2). Notons que la République de Moldova et l'Ukraine investissent massivement dans l'enseignement supérieur, respectivement à hauteur de 1,5 % et de 2,2 % de leur PIB (figure 12.1). Deux pays éprouvent cependant des difficultés à se rapprocher des économies avancées et même à maintenir leur niveau actuel d'inscription dans l'enseignement supérieur : l'Azerbaïdjan et la Géorgie.

L'égalité des sexes est une réalité dans la plupart des pays

En Géorgie, en République de Moldova et en Ukraine, la majorité des titulaires de doctorat sont des femmes. Les chiffres sont presque aussi bons au Bélarus et en Turquie, où la parité est atteinte. En Arménie et en Azerbaïdjan, les femmes représentent un tiers du total. Elles représentent la moitié des titulaires de doctorat en sciences naturelles au Bélarus, en Géorgie, en Turquie et en Ukraine.

La densité traditionnellement élevée de chercheurs régresse en Ukraine[4], dans un contexte de déclin ou de stagnation démographique. Le Bélarus, en revanche, a réussi à conserver son avance. La tendance la plus marquante concerne la Turquie, où la densité de chercheurs est aujourd'hui la plus élevée après avoir été la plus basse de la région en 2001

2. En 2010, l'Ukraine et l'UE ont signé un accord fixant les principaux domaines thématiques de coopération : recherche sur l'environnement et le climat, comprenant l'observation de la surface terrestre ; recherche biomédicale ; agriculture, sylviculture et pêche ; technologies industrielles ; science des matériaux et métrologie ; ingénierie énergétique non nucléaire ; transports ; technologies de la société de l'information ; recherche sociale ; études des politiques et formation dans le domaine de la science et de la technologie et échange de spécialistes.

3. Voir www.stcu.int.

4. Seules la République de Moldova, la Turquie et l'Ukraine déclarent publier des données sur les chercheurs en équivalent temps plein (ETP), conformément aux bonnes pratiques internationales. Les données relatives aux personnes physiques constituent cependant une mesure plus précise pour l'Ukraine, du fait de l'existence de nombreux emplois à temps partiel au sein du personnel de R&D.

Tableau 12.2 : **Enseignement supérieur dans les pays de la mer Noire**

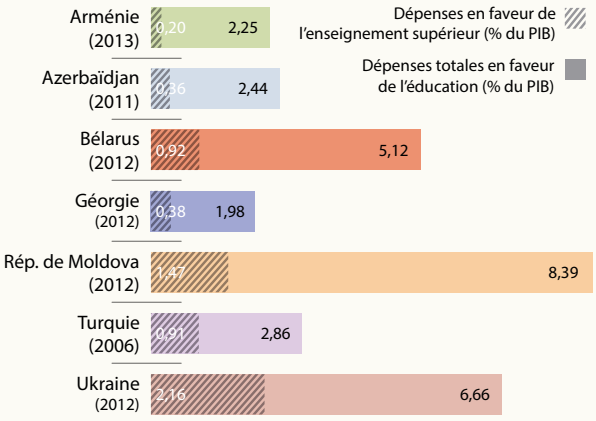
	Population active ayant suivi des études supérieures		Taux brut de scolarisation dans l'enseignement supérieur		Titulaires d'un doctorat ou d'un diplôme équivalent, 2012 ou année la plus proche							
	Score le plus élevé, 2009-2012 (%)	Évolution sur cinq ans (%)	Score le plus élevé, 2009-2013 (% cohorte d'âge)	Évolution sur cinq ans (%)	Total	Femmes (%)	Sciences naturelles	Femmes (%)	Sciences de l'ingénieur	Femmes (%)	Santé et affaires sociales	Femmes (%)
Arménie	25	2,5	51	-3,0	377	28	92	23	81	11	10	30
Azerbaïdjan	16	-6,0	20	1,4	406^{-1}	31^{-1}	100^{-1}	27^{-1}	45^{-1}	13^{-1}	23^{-1}	39^{-1}
Bélarus	24	–	93	19,3	1 192	55	210	50	224	37	180	52
Géorgie	31	-0,3	33	7,8	406	54	63	56	65	40	33	64
République de Moldova	25	5,0	41	3,0	488	60	45	56	37	46	57	944
Turquie	18	4,4	69	29,5	4 506^{-1}	47^{-1}	1 022^{-1}	50^{-1}	628^{-1}	34^{-1}	515^{-1}	72^{-1}
Ukraine	36	5,0	80	1,0	8 923	57	1 273	51	1 579	35	460	59

-n = les données correspondent à un nombre *n* d'années avant l'année de référence.

Remarque : Les données relatives aux doctorats englobent les sciences naturelles, les sciences de l'ingénieur, la santé et les affaires sociales, l'agriculture, l'éducation, les services, les sciences sociales et les sciences humaines. Les sciences naturelles englobent les sciences de la vie, les sciences physiques, les mathématiques et l'informatique.

Source : Institut de statistique de l'UNESCO ; pour la population active ayant suivi des études supérieures : Indicateurs du développement dans le monde de la Banque mondiale, sauf pour l'Ukraine : Service national de la statistique.

Figure 12.1 : **Dépenses publiques dans l'enseignement en pourcentage du PIB (%) dans les pays de la mer Noire, 2012 ou année la plus proche**



Source : Institut de statistique de l'UNESCO.

(figure 12.2). Les femmes représentent entre un tiers et deux tiers des chercheurs, bien qu'elles soient moins présentes en Turquie que dans les ex-républiques soviétiques (figure 12.2). Le Bélarus semble être le seul pays de la mer Noire qui parvient à maintenir sa densité traditionnellement élevée de chercheurs, mais il souffre comme ses voisins du manque d'investissement dans la R&D.

L'investissement dans la R&D reste faible

Les dépenses intérieures brutes de R&D (DIRD) n'ont jamais retrouvé les niveaux vertigineux de 1989 dans les ex-républiques soviétiques. Elles représentaient alors 3 % du PIB en Ukraine et bien plus de 1 % dans la plupart des autres pays concernés par le présent chapitre, à l'exception notable de l'Azerbaïdjan (0,7 %)[5]. Au début des années 2010, elles ne représentaient plus qu'un quart de leur niveau de 1989 en Ukraine et à peine 10 % en Arménie. Dans le même temps, la Turquie a suivi une évolution inverse et son ratio DIRD/PIB a atteint un taux record de près de 0,95 % en 2013. Le pays a pu s'appuyer sur sa récente croissance économique pour renforcer son engagement dans la R&D (figures 12.3 et 12.4). La Géorgie n'a réalisé aucune enquête complète sur la R&D depuis 2006. Il est donc impossible de tirer des conclusions sur son évolution.

L'une des tendances les plus marquantes depuis 2005 est la progression de la R&D des entreprises au Bélarus, qui représente désormais deux tiers de l'effort national. La R&D industrielle joue toujours un rôle majeur en Ukraine, bien que sa part ait régressé ces dernières années. La Turquie diffère des autres pays en ce sens que les universités et le secteur des entreprises représentent désormais des parts similaires de la R&D (figure 12.5).

Une région retardataire en matière d'innovation par rapport aux économies avancées

Il est notoirement difficile de mesurer l'impact de l'innovation. Parmi les sept pays de la mer Noire, seule la Turquie participe à l'enquête communautaire sur l'innovation (ECI) d'Eurostat, dans laquelle ses performances sont comparables à celles des membres de l'UE occupant une position moyenne[6], bien que l'Ukraine réalise elle-même tous les deux à trois ans des enquêtes basées sur la méthodologie de l'ECI.

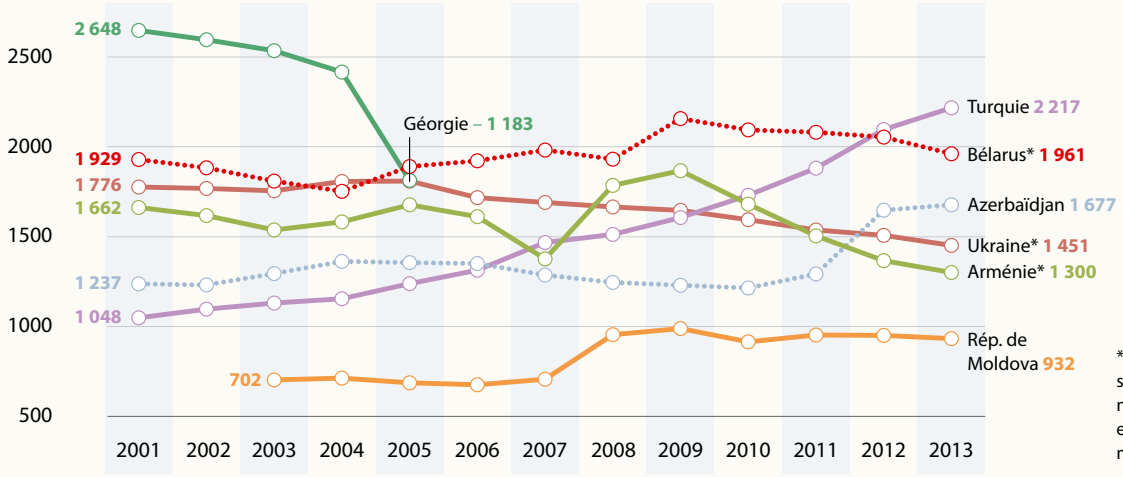
5. Selon le *Statistical Yearbook: National Economy of the Ukrainian Soviet Socialist Republic, 1990,* publié à Kiev en 1991.

6. Voir http://ec.europa.eu/eurostat.

Figure 12.2 : **Tendances concernant les chercheurs des pays de la mer Noire, 2001-2013**

La densité de chercheurs de la Turquie a doublé en l'espace de 10 ans

Nombre de chercheurs par million d'habitants



* D'après des données sous-estimées, de nombreux chercheurs exercent un second métier dans la R&D

Dans la plupart des pays, l'égalité des sexes est une réalité

Chercheurs par domaine d'activité et par sexe, en personnes physiques, 2013

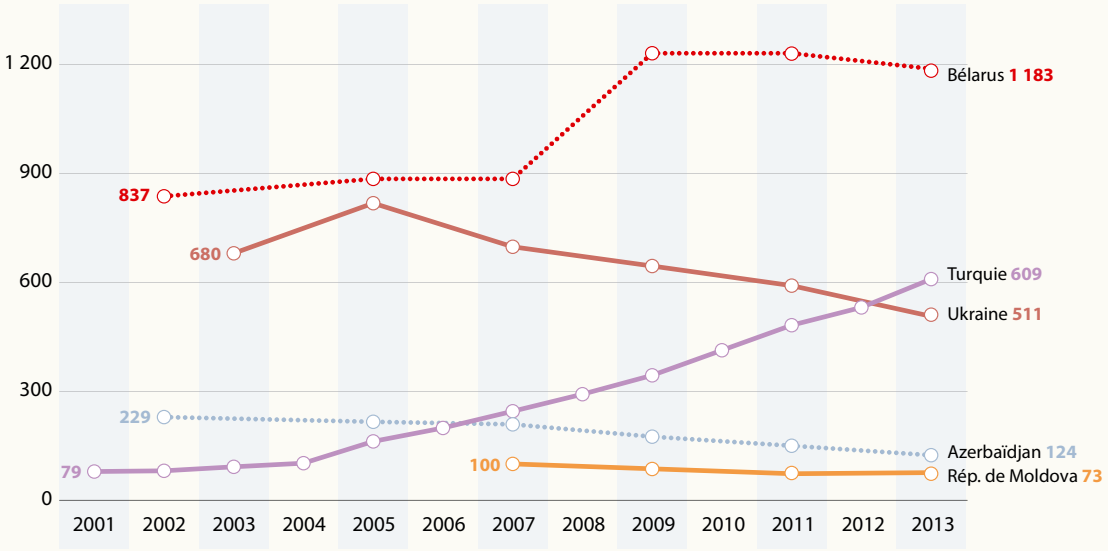
	Total		Sciences naturelles		Sciences de l'ingénieur		Sciences médicales		Agronomie		Sciences sociales		Sciences humaines	
	Total	Femmes (%)	Total	Femmes (%)	Total	Femmes (%)	Total	Femmes (%)	Total	Femmes (%)	Total	Femmes (%)	Total	Femmes (%)
Arménie*	3 870	48,1	2 194	46,4	546	33,5	384	61,7	45	66,7	217	47,0	484	60,5
Azerbaïdjan	15 784	53,3	5 174	53,9	2 540	46,5	1 754	58,3	1 049	38,5	2 108	48,9	3 159	63,1
Bélarus	18 353	41,1	3 411	50,6	11 195	31,5	876	64,6	1 057	60,1	1 380	59,1	434	60,8
République de Moldova	3 250	48,0	1 168	45,7	448	29,0	457	52,5	401	45,4	411	68,4	365	52,6
Turquie	166 097	36,2	14 823	35,9	47 878	24,8	31 092	46,3	6 888	31,6	24 421	41,1	12 350	41,9
Ukraine	65 641	45,8	16 512	44,5	27 571	37,2	4 200	65,0	5 289	55,0	4 644	61,4	2 078	67,8

Remarque : pour la Turquie, les données sont celles de 2011.

* Données incomplètes

Au Bélarus et en Turquie, la densité des chercheurs est en hausse dans les entreprises

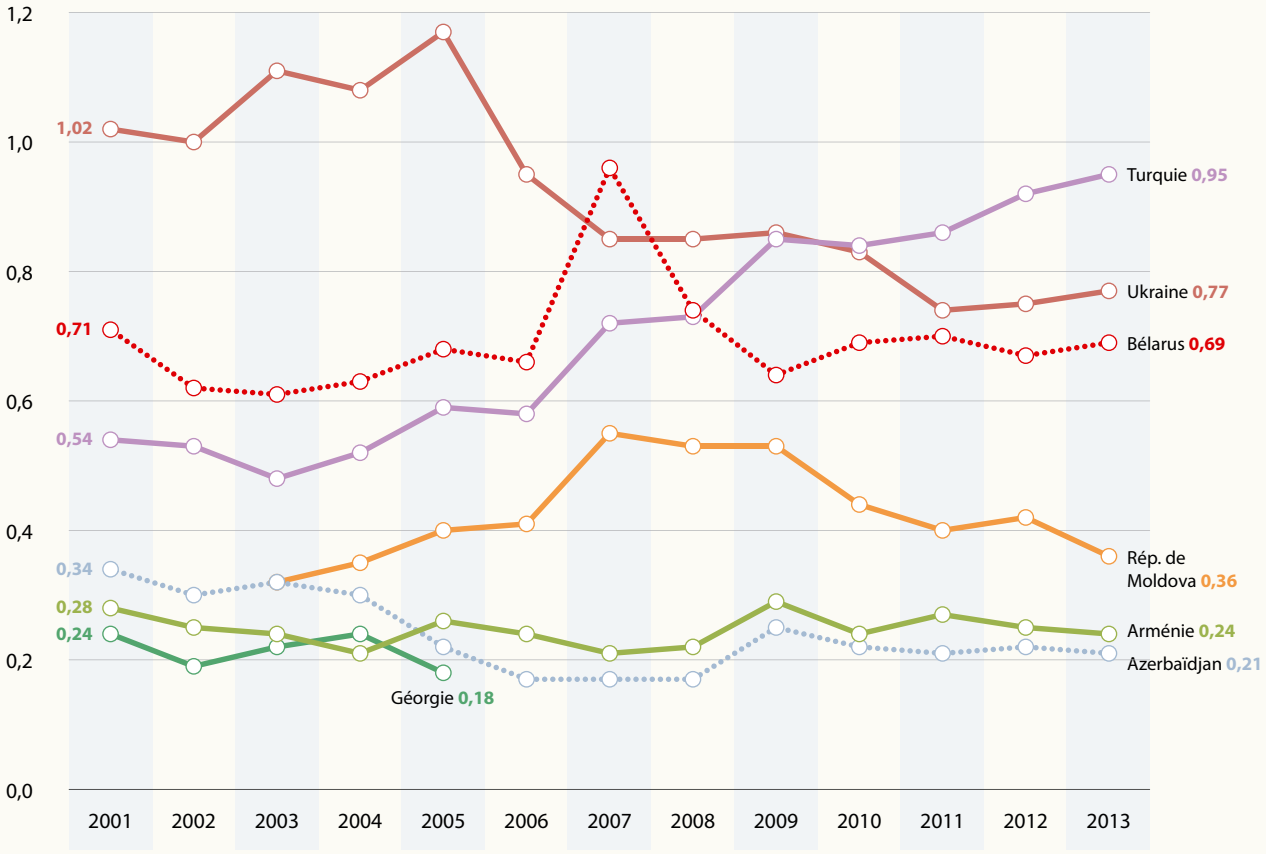
Chercheurs salariés des entreprises par million d'habitants, en personnes physiques



Remarque : Cette figure permet d'analyser les évolutions dans le temps plutôt que d'opérer des comparaisons rigoureuses entre les pays, dans la mesure où ceux-ci n'utilisent pas tous les méthodes statistiques internationales. Aucune donnée n'est disponible pour l'Arménie et la Géorgie.

Source : Institut de statistique de l'UNESCO, mars 2015.

Figure 12.3 : **Ratio DIRD/PIB dans les pays de la mer Noire, 2001-2013**



Source : Institut de statistique de l'UNESCO, mars 2015.

Les exportations de produits de haute technologie[7] offrent une mesure plus approximative. Elles placent le Bélarus et l'Ukraine, et dans une moindre mesure la Turquie, à des niveaux similaires à ceux de certains grands pays à revenu intermédiaire, mais leurs performances ne sont en aucun cas comparables à celles des pays qui visent une compétitivité internationale par le biais d'une production à forte intensité de technologie, comme Israël ou la République de Corée (tableau 12.3). Cela étant dit, le fait que certains pays développent la production et le commerce de produits de moyenne technologie peut également attester des activités de STI, comme le montrent certains des profils de pays présentés ci-après.

Les brevets constituent un indicateur d'innovation encore plus approximatif. En outre, la plupart des pays de la mer Noire ne disposent pas d'indicateurs relatifs aux brevets reposant sur la méthode de la « prévision immédiate », qui fournit des estimations relativement fiables et rapides pour les pays de l'OCDE. Malgré ces réserves, on peut dresser le constat suivant (tableau 12.4) :

- Proportionnellement au PIB, le nombre de brevets déposés par les citoyens auprès des offices nationaux des brevets des pays de la mer Noire était parmi les plus élevés au monde en 2012, selon l'Indice mondial de l'innovation (2014) ;
- Le nombre de demandes en vertu du Traité de coopération en matière de brevets, qui traduit une volonté renforcée de protéger la propriété intellectuelle au niveau international, a augmenté modérément en Arménie, en République de Moldova et en Ukraine, mais très fortement en Turquie. Le nombre de demandes déposées auprès des deux principaux offices des pays développés (l'Office européen des brevets et l'Office des brevets et des marques des États-Unis d'Amérique) a augmenté assez fortement pour les citoyens turcs, et dans une moindre mesure pour les citoyens arméniens et ukrainiens ;
- Aucun des pays de la mer Noire ne semble investir de manière significative dans les brevets triadiques, ce qui indique qu'ils ne se trouvent pas encore à un stade de développement leur permettant de rivaliser avec les économies avancées en matière de compétitivité industrielle fondée sur la science et la technologie ;
- Selon l'Indice mondial de l'innovation (2014), les pays de la mer Noire semblent investir massivement dans l'acquisition de marques, qui donnent une mesure de l'effort de création, mais qui sont moins directement liées à la science et à la technologie en tant que telles.

7. Y compris un nombre croissant de produits tels que des ordinateurs et d'autres biens liés aux TIC.

Figure 12.4 : **PIB par habitant et ratio DIRD/PIB dans les pays de la mer Noire, 2010-2013 (moyenne)**

Pour les économies dont le PIB par habitant est compris entre 2 500 et 30 000 dollars PPA



Remarque : Pour la Géorgie, le montant des dépenses publiques consacrées à la R&D est fourni exclusivement par l'Institut national de la statistique.

Source : Indicateurs du développement dans le monde de la Banque mondiale, septembre 2014 ; Institut de statistique de l'UNESCO, mars 2015.

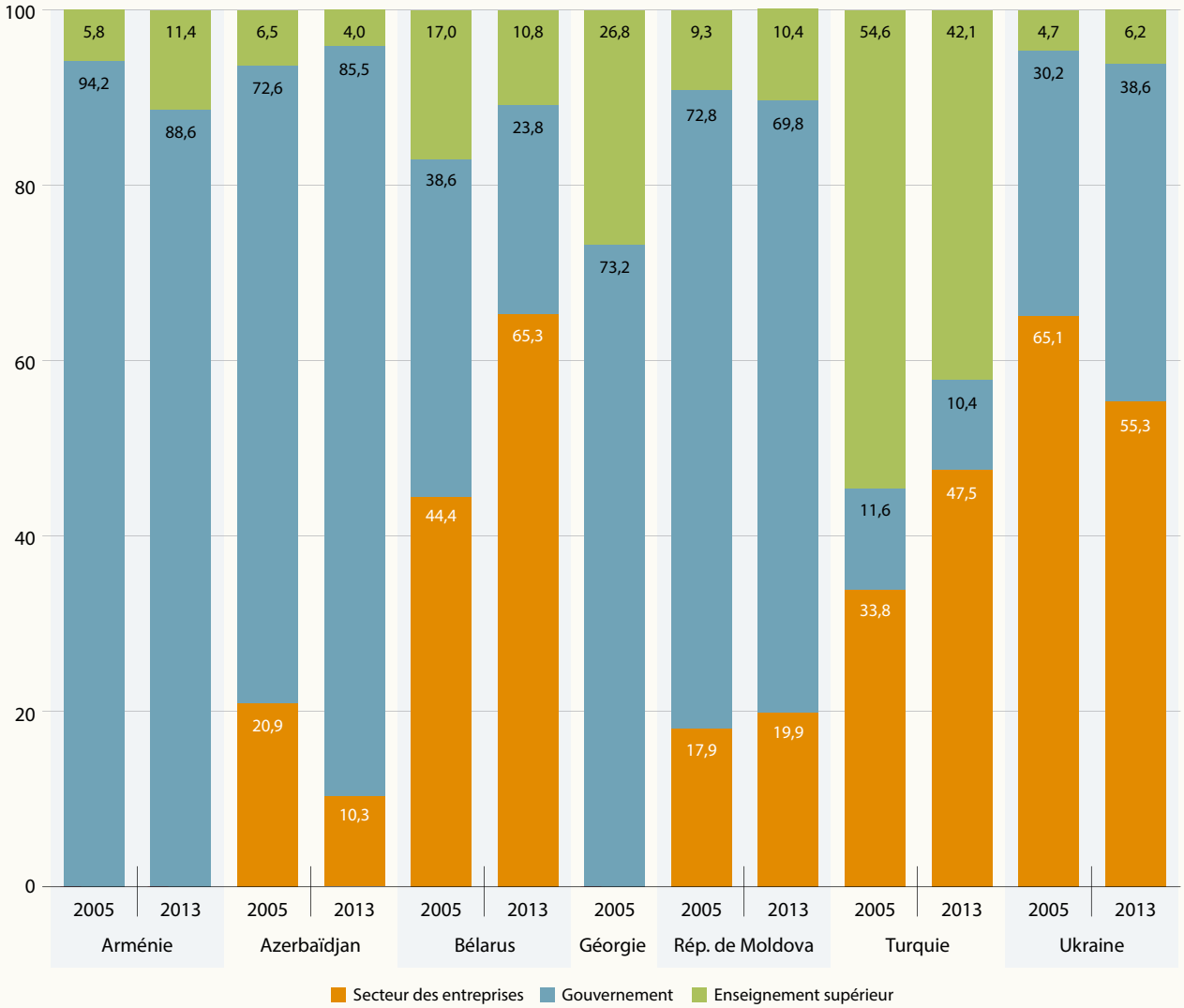
- Dans l'ensemble, il existe un cadre législatif et institutionnel de protection de la propriété intellectuelle dans les pays de la mer Noire. Des améliorations restent cependant possibles, en particulier pour les pays qui ne sont pas membres de l'Organisation mondiale du commerce (OMC)[8], que ce soit en ce qui concerne le respect de l'Accord de l'OMC sur les aspects des droits de propriété intellectuelle qui touchent au commerce (Sonnenburg *et al.,* 2012) ou, dans le cas de la Turquie, en vue d'un engagement plus fort dans la lutte contre la contrefaçon et le piratage, par exemple (CE, 2014).

8. La Géorgie a rejoint l'OMC en 2000, la République de Moldova en 2001, l'Arménie en 2003 et l'Ukraine en 2008. La Turquie a signé l'Accord général sur les tarifs douaniers et le commerce (précurseur de l'OMC) en 1951. Ni l'Azerbaïdjan ni le Bélarus ne sont membres.

Le nombre de publications augmente dans certains pays, mais stagne dans d'autres

Si l'on mesure la productivité en termes d'articles publiés dans des revues internationales, il apparaît que le Bélarus, la République de Moldova et l'Ukraine se trouvaient à peu près au même niveau en 2005 qu'en 2014, ce qui est préoccupant (figure 12.6). L'Arménie et la Turquie ont le plus progressé : l'Arménie a presque doublé le nombre d'articles par million d'habitants, qui est passé de 122 à 232 au cours de cette période, tandis que le ratio de la Turquie est passé de 185 à 311. Si l'on associe la densité de chercheurs à la productivité par chercheur, la Turquie a clairement réalisé les plus grands progrès. Elle présente également une croissance démographique plus importante que ses voisins. Partant d'un niveau faible, les scientifiques géorgiens

Figure 12.5 : **DIRD dans la région de la mer Noire par secteur d'exécution, 2005 et 2013**



Remarque : Les données pour l'Arménie et la Géorgie ne font pas apparaître les dépenses de R&D des entreprises comme une catégorie distincte, car les statistiques officielles utilisent généralement le système de classification hérité de l'époque soviétique, lorsque toutes les entreprises industrielles appartenaient à l'État. Bien que certaines entreprises aient été privatisées depuis, les dépenses de R&D des entreprises ont tendance à être incluses dans les dépenses du secteur public pour assurer la continuité des données.

Source : Institut de statistique de l'UNESCO, mars 2015.

ont accru leur taux de publication[9]. Ils arrivent également en tête de la région en ce qui concerne une mesure essentielle de la qualité : le taux moyen de citation.

Les six ex-républiques soviétiques se spécialisent dans la physique, tandis que la Turquie présente un profil plus varié. Elle publie surtout dans le domaine des sciences médicales, mais se spécialise également dans les sciences de l'ingénieur. Les autres publications sont réparties plus ou moins équitablement entre les sciences biologiques, la chimie et la physique. Les scientifiques turcs et leurs voisins n'accordent que peu d'intérêt à l'agriculture et à l'informatique. Notons que l'astronomie est la seule discipline dans laquelle l'Ukraine publie plus que la Turquie.

Les ex-républiques soviétiques maintiennent un certain équilibre entre leurs partenaires d'Europe orientale et occidentale. L'Arménie, la République de Moldova et l'Ukraine collaborent surtout avec l'Allemagne, mais la Fédération de Russie figure parmi leurs quatre premiers collaborateurs, comme c'est le cas pour les autres ex-républiques soviétiques. La Pologne apparaît comme le quatrième collaborateur de l'Ukraine. Dans la région, seul l'Azerbaïdjan a la Turquie comme premier collaborateur, mais cette dernière collabore surtout avec les États-Unis et l'Europe occidentale.

9. La Géorgie compte très peu de revues scientifiques nationales, tandis que l'Ukraine en a plus de 1 000. Entre 1995 et 2012, en particulier, les scientifiques ukrainiens ont été encouragés à publier dans ces revues nationales afin de développer leur carrière. Toutes ces revues ne sont cependant pas reconnues au niveau international.

Tableau 12.3 : **Exportations de produits de haute technologie par les pays de la mer Noire, 2008 et 2013**

	Total en millions de dollars É.-U.*		Par habitant en dollars É.-U.	
	2008	2013	2008	2013
Arménie	7	9	2,3	3,1
Azerbaïdjan	6	42[-1]	0,7	4,4[-1]
Bélarus	422	769	44,1	82,2
Géorgie	21	23	4,7	5,3
République de Moldova	13	17	3,6	4,8
Turquie	1 900	2 610	27,0	34,8
Ukraine	1 554	2 232	33,5	49,3
Les autres pays sont présentés à titre comparatif.				
Brésil	10 823	9 022	56,4	45,0
Fédération de Russie	5 208	9 103	36,2	63,7
Tunisie	683	798	65,7	72,6

-n/+n = les données correspondent à un nombre *n* d'années avant ou après l'année de référence.

Source : Base de données Comtrade de la Division de statistique des Nations Unies, juillet 2014.

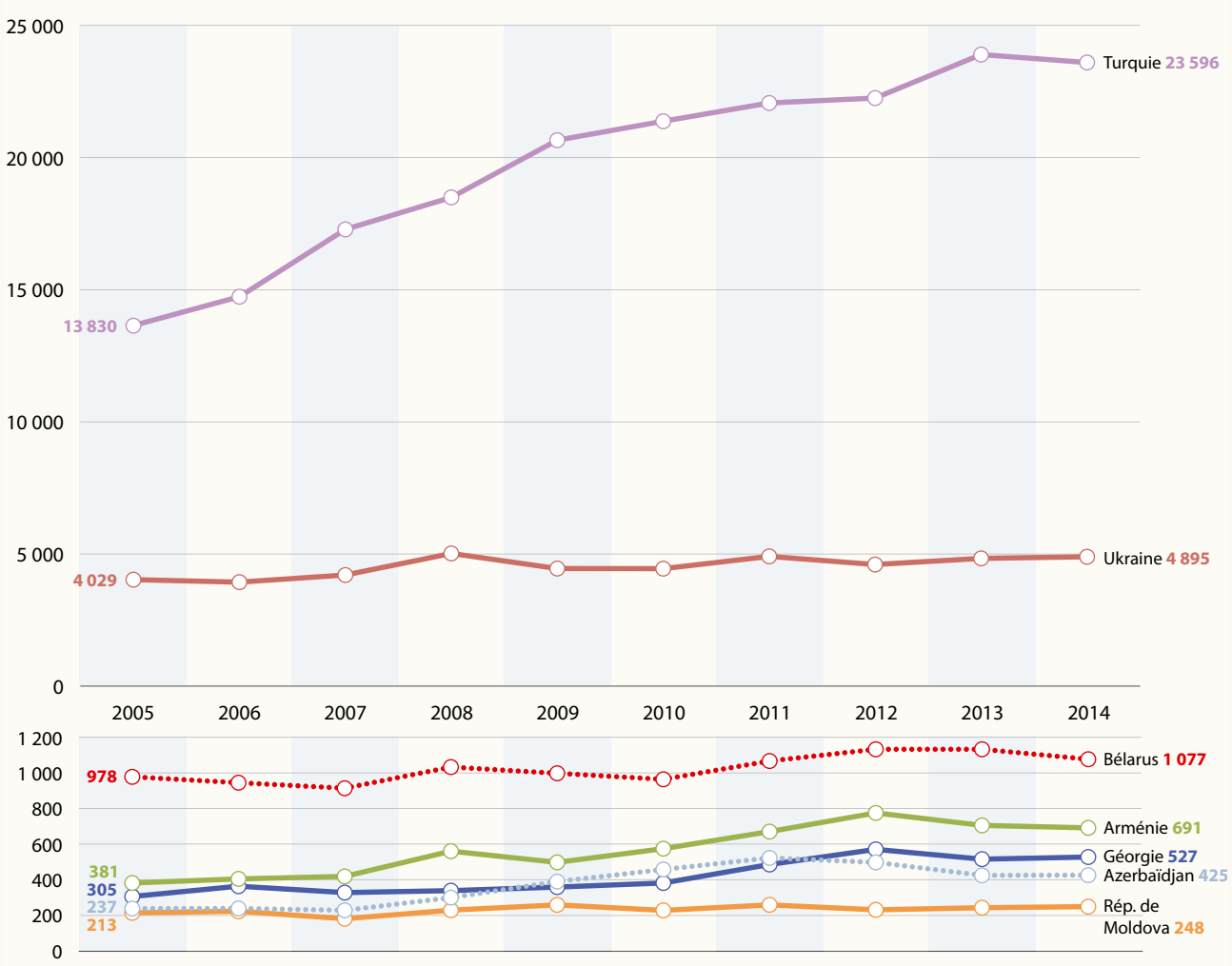
Tableau 12.4 : **Demandes de brevets émanant de pays de la mer Noire, 2001-2012**

	Demandes auprès des offices nationaux						Demandes auprès de l'OEB		Demandes auprès de l'USPTO	
	Demandes par milliard PPA de PIB, 2012			Rang mondial			Total, 2001-2010	Ratio 2006-2010 /2001-2006	Total, 2001-2010	Ratio 2006-2010 /2001-2006
	Modèle d'utilité	Brevets	En vertu du PCT	Modèle d'utilité	Brevets	En vertu du PCT	Nombre		Nombre	
Arménie	2,0	7,1	0,4	16	16	42	14	0,6	37	1,3
Azerbaïdjan	0,1	1,5	0,1	54	59	90	–	–	–	–
Bélarus	7,6	11,6	0,1	6	6	74	70	1,1	93	0,8
Géorgie	1,8	5,3	0,2	18	24	64	17	1,3	55	1,1
République de Moldova	14,2	7,7	0,3	3	14	62	14	0,4	12	2,5
Turquie	3,4	4,0	0,5	11	30	39	1 996	3,1	782	2,1
Ukraine	30,2	7,5	0,4	2	15	45	272	1,2	486	1,3

Source : Demandes auprès des offices nationaux : Indice mondial de l'innovation (2014), tableaux annexes 6.11, 6.12 et 6.13 ; demandes auprès de l'OEB et de l'USPTO : Statistiques de l'OCDE sur les brevets en ligne, d'après la Base de données mondiale de l'OEB sur les statistiques de brevets (PATSTAT).

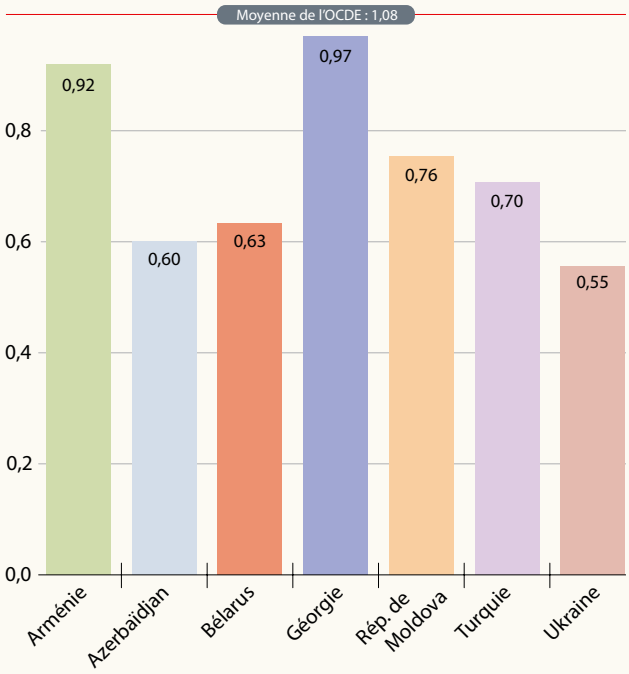
Figure 12.6 : **Tendances en matière de publications scientifiques dans les pays de la mer Noire, 2005-2014**

Forte augmentation du nombre de publications dans les petits pays et en Turquie



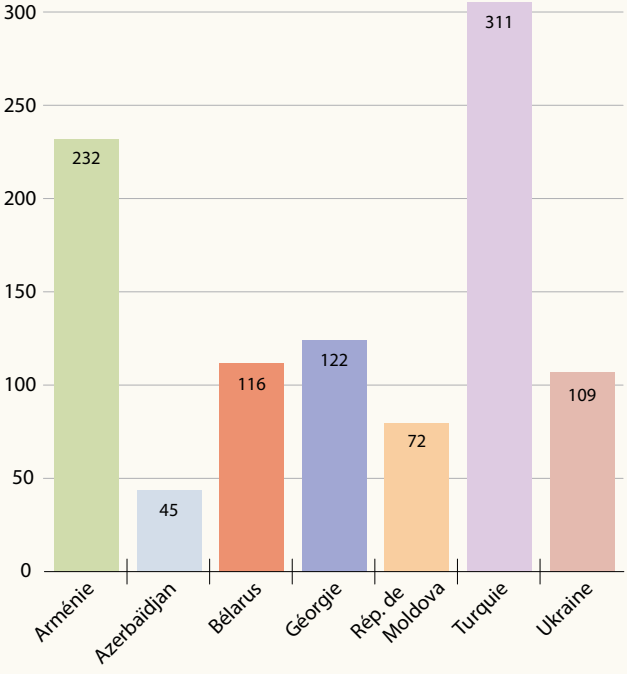
La Géorgie se rapproche le plus de la moyenne de l'OCDE en termes de taux de citation

Taux moyen de citation, 2008-2012



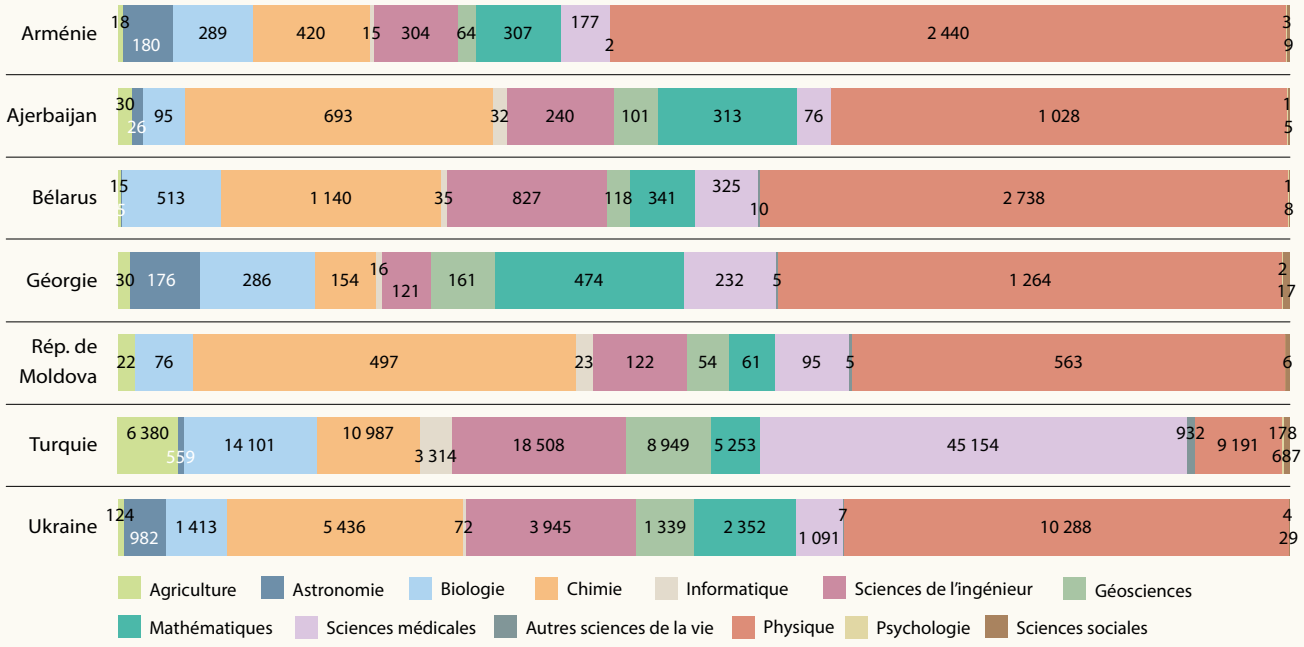
La Turquie affiche la plus forte intensité de publication, suivie par l'Arménie

Publications par million d'habitants en 2014



Les ex-républiques soviétiques publient surtout dans le domaine de la physique, la Turquie dans le domaine des sciences médicales

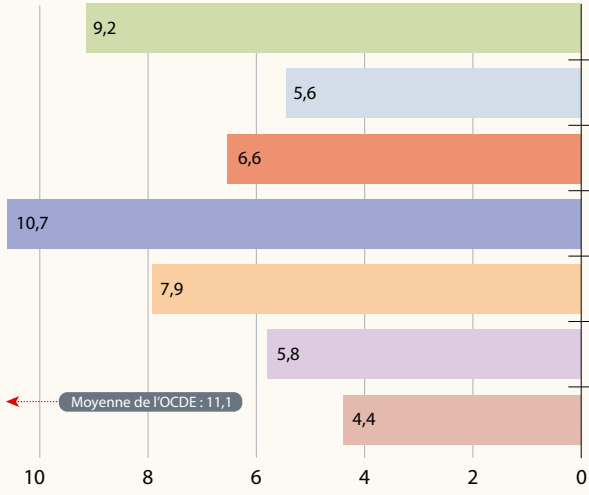
Totaux cumulés par discipline, 2008-2014



Remarque : Certains articles non indexés sont exclus de ces totaux, notamment 28 140 articles pour la Turquie, 6 072 pour l'Ukraine et 1 242 pour le Bélarus.

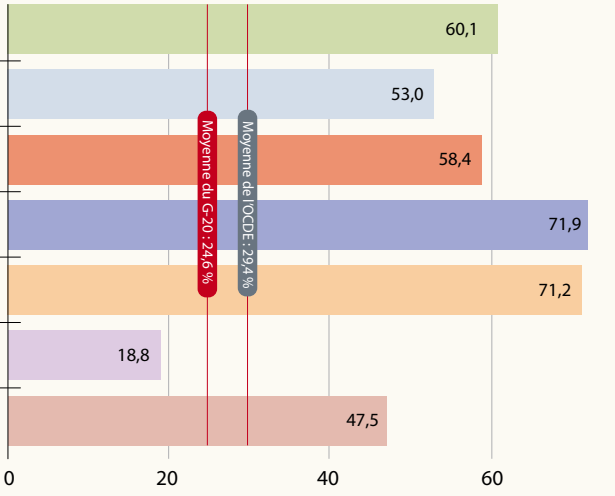
Les scientifiques géorgiens, arméniens et moldaves figurent le plus souvent parmi les 10 % de publications les plus citées

Part des 10 % de publications les plus citées, 2008-2012 (%)



Les ex-républiques soviétiques collaborent activement avec les pays étrangers, la Turquie beaucoup moins

Pourcentage d'articles ayant au moins un coauteur étranger, 2008-2014



Les ex-républiques soviétiques collaborent tout autant avec l'Europe orientale et occidentale

Principaux partenaires étrangers, 2008-2014 (nombre d'articles)

	1er partenaire	2e partenaire	3e partenaire	4e partenaire	5e partenaire
Arménie	États-Unis (1 346)	Allemagne (1 333)	France/Féd. de Russie (1 247)		Italie (1 191)
Azerbaïdjan	Turquie (866)	Féd. de Russie (573)	États-Unis (476)	Allemagne (459)	Royaume-Uni (413)
Bélarus	Féd. de Russie (2 059)	Allemagne (1 419)	Pologne (1 204)	États-Unis (1 064)	France (985)
Géorgie	États-Unis (1 153)	Allemagne (1 046)	Féd. de Russie (956)	Royaume-Uni (924)	Italie (909)
République de Moldova	Allemagne (276)	États-Unis (235)	Féd. de Russie (214)	Roumanie (197)	France (153)
Turquie	États-Unis (10 591)	Allemagne (4 580)	Royaume-Uni (4 036)	Italie (3 314)	France (3 009)
Ukraine	Féd. de Russie (3 943)	Allemagne (3 882)	États-Unis (3 546)	Pologne (3 072)	France (2 451)

Source : Plate-forme de recherche Web of Science de Thomson Reuters, Science Citation Index Expanded, traitement des données par Science-Metrix.

PROFILS DE PAYS

ARMÉNIE



Renforcer les liens entre scientifiques et industriels

L'Arménie a déployé des efforts considérables pour transformer son système scientifique et technologique ces dernières années. Elle réunit trois facteurs importants de réussite : une vision stratégique, une volonté politique et un soutien de haut niveau. La mise en place d'un système de recherche efficace est un objectif stratégique pour les autorités arméniennes (Melkumian, 2014). Les experts arméniens et étrangers mettent en évidence d'autres avantages, notamment un solide capital scientifique, l'importante diaspora arménienne et les valeurs traditionnelles nationales axées sur l'éducation et les compétences.

Il reste cependant plusieurs obstacles à surmonter avant que le pays ne puisse mettre en place un système d'innovation national parfaitement opérationnel. Le plus critique est le manque de liens entre les universités, les instituts de recherche et le secteur commercial, qui découle en partie de l'héritage soviétique. La priorité politique était alors de tisser des liens à l'échelle de l'économie soviétique plutôt qu'au sein du pays. Les instituts de R&D et l'industrie faisaient partie de chaînes de valeur au sein d'un vaste marché désormais fragmenté. Vingt ans plus tard, les entreprises nationales ne sont pas encore devenues des sources de demande d'innovation efficaces.

Au cours des 10 dernières années, le gouvernement a fait des efforts pour renforcer les liens entre les scientifiques et les industriels. Le secteur arménien des TIC s'est montré particulièrement actif : plusieurs partenariats public-privé ont été mis en place entre des entreprises spécialisées et des universités afin de permettre aux étudiants d'acquérir des compétences utiles et de générer des idées innovantes au carrefour de la science et des affaires. On peut citer l'exemple de Synopsys Inc. et de la Fondation pour les incubateurs d'entreprises (encadré 12.2).

Plans visant à instaurer une économie fondée sur le savoir d'ici 2020

En Arménie, les réglementations régissant la R&D « d'intérêt public » ont souvent eu une longueur d'avance sur celles liées à la commercialisation de la R&D. Le premier acte législatif a été la Loi relative aux activités scientifiques et technologiques (2000), qui définit les notions clés relatives à la conduite de la R&D et aux organisations connexes. Vint ensuite une décision politique majeure : la résolution gouvernementale de 2007 instaurant le Comité d'État pour la science (SCS). Placé sous l'égide du Ministère de l'éducation et des sciences, le SCS s'est vu confier des responsabilités variées en tant que principale agence publique chargée de la gouvernance des sciences, notamment l'élaboration de lois, de règles et de réglementations sur l'organisation et le financement de la science. Peu après la création du SCS, un financement de projets concurrentiel a été mis en place en complément du financement de base des instituts de R&D publics. Ce financement a diminué en valeur relative au fil des ans. Le SCS est également l'organisme chef de file pour l'élaboration et la mise en œuvre des programmes de recherche en Arménie (CENUE, 2014).

Encadré 12.2 : Deux partenariats public-privé dans le secteur des TIC en Arménie

Synopsys Inc.

Synopsys Inc. a fêté ses 10 ans de présence en Arménie en octobre 2014. Cette multinationale est spécialisée dans la fourniture de logiciels et de services connexes visant à accélérer l'innovation dans le domaine des puces et des systèmes électroniques. Elle emploie aujourd'hui 650 personnes en Arménie.

En 2004, Synopsys Inc. a racheté LEDA Systems, qui avait créé une Chaire interdépartementale sur les circuits et systèmes micro-électroniques en partenariat avec l'École polytechnique d'Arménie. Cette Chaire, qui fait désormais partie du Programme universitaire mondial de Synopsys, forme chaque année plus de 60 spécialistes des micropuces et de l'automatisation de conception de circuits électroniques.

Synopsis a depuis élargi cette initiative en créant des chaires interdépartementales au sein de l'Université d'État d'Erevan, de l'Université russo-arménienne (slave) et de l'Académie régionale européenne.

La Fondation pour les incubateurs d'entreprises

La Fondation pour les incubateurs d'entreprises (EIF) a été créée conjointement par le gouvernement et la Banque mondiale en 2002. Elle est devenue depuis la force motrice du secteur des TIC en Arménie. Elle joue le rôle de « guichet unique » pour le secteur des TIC, gérant les aspects juridiques et commerciaux, la réforme de l'enseignement, la promotion de l'investissement et le financement initial, les services et les conseils aux entreprises spécialisées dans les TIC, la recherche de talents et le développement de la main-d'œuvre.

En collaboration avec des entreprises internationales comme Microsoft, Cisco Systems, Sun Microsystems, Hewlett Packard et Intel, elle a mis en œuvre différents projets en Arménie. L'un d'entre eux est le Centre d'innovation de Microsoft, qui met à disposition des formations, des ressources et des infrastructures, ainsi qu'un accès à une communauté mondiale d'experts.

En parallèle, le Programme d'entrepreneuriat en science et en technologie aide les spécialistes techniques à commercialiser des produits innovants et à créer de nouveaux projets, tout en encourageant les partenariats avec les entreprises déjà installées. L'EIF organise chaque année une conférence au cours de laquelle des subventions concurrentielles sont attribuées à plusieurs projets de partenariat commercial, en présence d'experts. En 2014, les cinq équipes lauréates ont reçu des subventions d'un montant de 7 500 ou 15 000 dollars des États-Unis pour leurs projets. L'EIF organise également des ateliers sur l'entrepreneuriat en technologie, qui récompensent les idées commerciales prometteuses.

Source : Informations compilées par les auteurs.

Il a supervisé la préparation de trois documents clés, qui ont ensuite été adoptés par le gouvernement en 2010 : la *Stratégie pour le développement de la science 2011-2020*, les *Priorités de développement scientifique et technologique 2010-2014* et le *Plan d'action stratégique pour le développement de la science 2011-2015*. La *Stratégie* envisage une économie compétitive fondée sur le savoir, s'appuyant sur la recherche fondamentale et appliquée. Le *Plan d'action* s'efforce de matérialiser cette vision par le biais d'instruments et de programmes opérationnels soutenant la R&D à l'échelle nationale.

La *Stratégie* prévoit que « d'ici 2020, l'Arménie aura instauré une économie fondée sur le savoir et son niveau de recherche fondamentale et appliquée lui permettra d'être compétitive au sein de l'Espace européen de la recherche ». Elle définit les cibles suivantes :

- Créer un système capable de soutenir le développement de la science et de la technologie ;
- Développer le potentiel scientifique et moderniser les infrastructures scientifiques ;
- Promouvoir la recherche fondamentale et appliquée ;
- Créer un système synergique associant l'éducation, la science et l'innovation ;
- Devenir une destination de choix pour la spécialisation scientifique au sein de l'Espace européen de la recherche.

Basé sur cette stratégie, le *Plan d'action* a été approuvé par le gouvernement en juin 2011. Il définit les objectifs suivants :

- Améliorer le système de gestion scientifique et technologique et créer les conditions nécessaires au développement durable ;
- Impliquer plus de jeunes talents dans l'éducation et la R&D, tout en modernisant les infrastructures de recherche ;
- Créer les conditions nécessaires à la mise en place d'un système de STI intégré ;
- Améliorer la coopération internationale en matière de R&D.

Si cette stratégie, centrée sur les instituts de recherche publics, vise clairement à ce que l'impulsion soit donnée par la science, elle a également pour objectif de favoriser l'innovation et la mise en place d'un système d'innovation. Le secteur commercial, qui est le principal moteur de l'innovation, n'est pourtant pas mentionné. En mai 2010, dans le laps de temps séparant la *Stratégie* du *Plan d'action*, le gouvernement a adopté une résolution sur les *Priorités de développement scientifique et technologique 2010-2014*. Ces priorités étaient les suivantes :

- Études arméniennes, sciences humaines et sciences sociales ;
- Sciences de la vie ;
- Énergies renouvelables et nouvelles sources d'énergie ;
- Technologies de pointe et technologies de l'information ;
- Études spatiales, sciences de la Terre, utilisation durable des ressources naturelles ;
- Recherche fondamentale au service des priorités de la recherche appliquée.

La Loi relative à l'Académie nationale des sciences (mai 2011) devrait également jouer un rôle clé dans la formation du système d'innovation arménien. Elle permet à l'Académie de commercialiser et d'exploiter plus largement les résultats et retombées de la R&D. Elle prévoit également la restructuration de l'Académie nationale des sciences via le regroupement d'instituts travaillant dans des domaines de recherche étroitement liés. Trois de ces nouveaux centres sont particulièrement importants : le Centre de biotechnologie, le Centre de zoologie et d'hydroécologie et le Centre de chimie organique et pharmaceutique.

Outre l'innovation horizontale et les politiques scientifiques, la stratégie du gouvernement soutient plus particulièrement certains secteurs de la politique industrielle. Dans ce contexte, le Comité d'État pour la science invite le secteur privé à participer en cofinançant des projets de recherche visant des applications concrètes. Plus de 20 projets ont été financés dans des secteurs ciblés : les produits pharmaceutiques ; la médecine et les biotechnologies ; la mécanisation agricole et la construction mécanique ; l'électronique ; l'ingénierie ; la chimie (en particulier dans le domaine des TIC).

Faible niveau des dépenses de R&D et diminution du nombre de chercheurs

Les DIRD sont faibles en Arménie et ont peu fluctué ces dernières années. Elles atteignaient en moyenne 0,25 % du PIB en 2010-2013, soit environ un tiers des ratios constatés au Bélarus et en Ukraine. Les données statistiques relatives aux dépenses de R&D sont cependant incomplètes en Arménie, car les dépenses des entreprises privées ne sont pas comptabilisées. Cela étant dit, on peut affirmer que la part de la R&D financée par le budget de l'État a augmenté depuis la crise financière de 2008-2009 et qu'elle représentait environ deux tiers (66,3 %) des DIRD en 2013. En parallèle, le nombre de chercheurs dans le secteur public a diminué de 27 % depuis 2008, atteignant 3 870 chercheurs en 2013. Les femmes représentaient 48,1 % des chercheurs en 2013. Elles sont sous-représentées dans les domaines de l'ingénierie et de la technologie (33,5 %), mais prédominent dans les domaines des sciences médicales et de la santé (61,7 %) et de l'agriculture (66,7 %).

Des universités arméniennes très autonomes

L'Arménie possède un système d'enseignement supérieur bien implanté, qui comprend 22 universités d'État, 37 universités privées, quatre universités régies par des accords intergouvernementaux et neuf antennes d'universités étrangères. Les universités du pays jouissent de beaucoup d'autonomie quant à l'élaboration des programmes et la fixation des frais de scolarité. L'Arménie a rejoint le processus de Bologne[10] en 2005 et les universités s'efforcent actuellement de se rapprocher des normes internationales et d'harmoniser le niveau de leurs diplômes. À seulement quelques exceptions près, les universités

10. Le processus de Bologne regroupe 46 pays européens qui se sont engagés à créer un Espace commun de l'enseignement supérieur. Les trois grandes priorités consistent à généraliser le système Licence-Master-Doctorat, l'assurance qualité et la reconnaissance des diplômes à l'échelle européenne. Voir l'encadré dans le *Rapport de l'UNESCO sur la science 2010*, p. 150.

ont tendance à se concentrer presque exclusivement sur l'enseignement. Elles ne mènent pas d'activités de recherche et n'encouragent pas leur personnel à le faire (CENUE, 2014).

L'Arménie arrive au 60e rang parmi 122 pays en matière d'éducation, derrière le Bélarus et l'Ukraine, mais devant l'Azerbaïdjan et la Géorgie (FEM, 2013). Elle obtient de meilleurs résultats en matière d'inscription dans l'enseignement supérieur (44e rang parmi 122 pays), puisque 25 % de la population active du pays a suivi un tel enseignement (tableau 12.2). Elle obtient cependant de mauvais résultats en matière de main-d'œuvre et d'emploi (113e rang parmi 122 pays), principalement en raison du taux de chômage élevé et du faible niveau de formation des salariés.

Perspectives pour l'Arménie

- L'accent devrait être davantage mis sur l'intégration des entreprises et des instituts de R&D arméniens dans les chaînes de valeur et d'approvisionnement mondiales grâce à une coopération renforcée avec les principaux producteurs, qui peuvent se spécialiser dans la fourniture de certains composants, par exemple ;
- Le manque de données statistiques et une culture peu affirmée de l'évaluation empêchent de dresser un état des lieux précis des capacités technologiques. Cela pose de réelles difficultés, les politiques ne pouvant faire appel à des données probantes ;
- Les instituts de recherche pourraient être restructurés de manière à améliorer l'efficacité de l'affectation des ressources de R&D. Certains d'entre eux pourraient par exemple être transformés en instituts techniques et soutenir les PME à forte concentration de savoir. Ces instituts devraient s'appuyer sur un portefeuille de financements publics et commerciaux, et coopérer étroitement avec les technoparcs ;
- La mise en place d'un système d'évaluation internationale pourrait contribuer à l'intégration des instituts et des facultés de recherche complémentaires et, partant, générer des économies pouvant être utilisées pour accroître progressivement les dépenses en faveur de l'éducation. Les critères de sélection des centres d'excellence accorderaient la même importance à la position locale et internationale des instituts.

AZERBAÏDJAN



Une volonté de réduire la dépendance vis-à-vis des exportations de matières premières

L'extraction pétrolière et gazière domine l'économie azérie. Du début à la fin des années 2000, sa part dans le PIB a augmenté, passant d'environ 25 % à plus de 50 %, avant de baisser légèrement ces dernières années. Le pétrole et le gaz représentent environ 90 % des exportations et l'essentiel des recettes fiscales (Ciarreta et Nasirov, 2012). À l'époque où le prix du baril était élevé, la croissance induite par les exportations d'énergie a permis une forte hausse du revenu par habitant et une chute spectaculaire du taux de pauvreté mesuré. Le PIB non pétrolier a également augmenté, mais suite à la crise financière mondiale de 2008-2009, la croissance économique s'est considérablement ralentie, atteignant environ 2 % par an en 2011-2014 selon les *Perspectives de l'économie mondiale* du FMI (2014).

Certains observateurs estiment que la production pétrolière de l'Azerbaïdjan va continuer à diminuer. La Banque européenne pour la reconstruction et le développement l'affirme par exemple dans sa *Stratégie pour l'Azerbaïdjan 2014*. Les cours du pétrole étant en baisse depuis 2014, l'élaboration d'une stratégie de croissance ne dépendant pas des exportations de matières premières est devenue un enjeu plus stratégique pour l'Azerbaïdjan. La décision prise par le gouvernement de financer des projets d'infrastructure par le biais du Fonds pétrolier d'État de la République d'Azerbaïdjan, un fonds souverain internationalement reconnu (Banque mondiale, 2010), est un exemple de sa volonté de renforcer les sources de croissance non pétrolières.

Un contexte pas encore favorable à l'innovation

La *Stratégie nationale pour le développement de la science en République d'Azerbaïdjan 2009-2015* (Gouvernement de l'Azerbaïdjan, 2009) reconnaît elle-même que le contexte scientifique et technologique de l'Azerbaïdjan n'est pas propice à la réalisation du potentiel d'innovation du pays. Les DIRD n'ont pas augmenté au même rythme que la croissance phénoménale du PIB entre 2000 et 2010. Malgré un léger sursaut en 2009, les DIRD ont en réalité diminué de 4 % en valeur réelle entre 2009 et 2013, tandis que la part de la R&D attribuable au secteur commercial passait de 22 % à 10 %. Au cours des 10 dernières années, le nombre de chercheurs azéris a stagné, déclinant même dans le secteur commercial. AzStat met en évidence une hausse de 37 % du nombre total de chercheurs en 2011-2013, mais le pays ne publie pas de données en équivalent temps plein.

Au-delà des simples chiffres, le vieillissement des chercheurs est un enjeu majeur en Azerbaïdjan. En 2008 déjà, 60 % des titulaires de doctorat azéris étaient âgés de 60 ans ou plus (gouvernement de l'Azerbaïdjan, 2009). Les données d'AzStat indiquent que la proportion de chercheurs âgés de moins de 30 ans a diminué, passant de 17,5 % en 2008 à 13,1 % en 2013. En outre, rien n'indique un effort éducatif déterminé visant à rajeunir la communauté des chercheurs. Le taux global d'inscription dans l'enseignement supérieur stagne (tableau 12.2) et le nombre de titulaires de doctorat en science et en ingénierie diminue, tout comme la part des femmes parmi eux. Les femmes représentaient en effet 27 % du total en 2006, mais seulement 23 % en 2011. Le recrutement de travailleurs qualifiés est devenu un sérieux problème pour les entreprises de haute technologie en Azerbaïdjan (Hasanov, 2012).

Le manque d'efforts du pays dans le domaine de la STI se traduit également par un nombre modeste de publications et de brevets, associé à de très faibles exportations de produits de haute technologie (tableaux 12.3 et 12.4 et figure 12.6). Un certain nombre d'enjeux qualitatifs sous-tendent ces insuffisances quantitatives. Selon une circulaire de l'UNESCO datant de 2009 et intitulée *Élaboration d'une stratégie pour la science, la technologie et l'innovation (STI) et renforcement des capacités institutionnelles en matière de STI en Azerbaïdjan : plan d'action (novembre 2009-décembre 2010)*, ces enjeux sont notamment les suivants :

- Les fonctions relatives à la STI sont concentrées au sein de l'Académie nationale des sciences de la République d'Azerbaïdjan (ANAS) et les universités n'ont pas réussi à établir de solides partenariats de R&D avec le secteur des entreprises commerciales ;
- Différents obstacles, notamment administratifs, limitent le développement des universités privées ;
- L'octroi de fonds publics aux universités publiques semble motivé par l'intérêt de la population pour certains cursus tels que la gestion des entreprises ou les relations internationales, au détriment des études scientifiques et de l'ingénierie ;
- Le développement des programmes de doctorat semble poser des difficultés particulières dans les facultés classiques ;
- Les équipements de R&D sont obsolètes et la productivité mesurée de la recherche est très faible ;
- Le subventionnement des instituts de recherche n'est pas transparent et les évaluations indépendantes sont insuffisantes.

L'ensemble des liens entre les scientifiques et les industriels (bureaux de transfert de technologie, incubateurs d'entreprises, technoparcs, financement initial, etc.) reste faible en Azerbaïdjan (Dobrinsky, 2013). Le système de R&D comprend essentiellement des laboratoires publics sectoriels et reste « isolé du marché et de la société » (Hasanov, 2012). Les PME innovantes sont rares, comme dans les autres pays, mais même les entreprises plus grandes ne semblent pas mener d'activités à forte intensité de technologie. Seulement 3 % de la production industrielle de l'Azerbaïdjan est de haute technologie (Hasanov, 2012). Des problèmes liés au contexte général des affaires limitent le développement des activités à forte intensité de technologie. L'Azerbaïdjan se classe parmi les moins bons élèves d'Europe de l'Est et d'Asie centrale dans ce domaine (Banque mondiale, 2011), malgré des améliorations ces dernières années.

Plus généralement, selon Hasanov (2012), la gouvernance du système national d'innovation de l'Azerbaïdjan se caractérise par : une capacité administrative limitée en termes d'élaboration et de mise en œuvre des politiques ; une culture peu affirmée de l'évaluation ; un processus arbitraire d'élaboration des politiques ; l'absence d'objectifs chiffrés dans la plupart des documents de politique liés à la promotion de l'innovation ; et une méconnaissance des tendances internationales récentes de la part des fonctionnaires gouvernementaux chargés d'élaborer la politique d'innovation.

La STI bénéficie d'un regain d'intérêt

Ces dernières années, le gouvernement s'est attaché à accroître la contribution de la STI à l'économie, notamment en sollicitant l'aide de l'UNESCO en vue de l'élaboration d'une *Stratégie pour la science, la technologie et l'innovation en Azerbaïdjan* en 2009. Ce document devait s'appuyer sur la *Stratégie nationale* (gouvernement de l'Azerbaïdjan, 2009) adoptée par décret présidentiel en mai 2009, l'ANAS étant désignée comme coordinatrice de la *Stratégie*.

Plus récemment, le gouvernement a mené une nouvelle série d'initiatives, notamment en confiant la responsabilité de la politique de STI aux ministères. En mars 2014, le mandat de l'ancien Ministère de la communication et des technologies de l'information a par ailleurs été élargi pour devenir le Ministère de la communication et des hautes technologies. Cette évolution fait partie d'une série de mesures administratives prises depuis 2012, notamment :

- La création d'un Fonds public pour le développement des technologies de l'information (2012)[11], qui vise à assurer le financement initial de projets scientifiques et technologiques innovants et appliqués dans le domaine des TIC, par le biais de la participation au capital social ou de prêts à taux réduit ;
- L'annonce du projet de développement *Azerbaïdjan - 2020 : regard vers l'avenir* par la présidence (juillet 2012)[12], qui définit des objectifs en matière de STI dans les domaines de la communication et des TIC, notamment la mise en œuvre du projet d'autoroute de l'information transeurasienne ou l'utilisation de satellites de télécommunication propres au pays ;
- L'ordonnance présidentielle concernant la création d'un parc de haute technologie (novembre 2012) ;
- L'adoption de la *Troisième stratégie nationale pour le développement de la société de l'information* en Azerbaïdjan, qui couvre la période 2014-2020 (avril 2014) – L'Azerbaïdjan affichait le taux de pénétration d'Internet le plus élevé des pays de la mer Noire avec 59 % d'utilisateurs en 2013 (tableau 12.1) ;
- La création d'un Fonds pour le savoir sous les auspices de la présidence (mai 2014) ;
- La création d'un Centre national de recherche nucléaire sous l'égide du nouveau Ministère de la communication et des hautes technologies (mai 2014).

Selon une présentation effectuée par Bunyamin Seyidov de l'ANAS lors d'une réunion du Partenariat des pays de l'Est (« Eastern Partnership ») du programme Horizon 2020 à Chisinau en mars 2014, les domaines prioritaires actuels pour le développement de la science et de la technologie en Azerbaïdjan sont les suivants :

- Les TIC ;
- L'énergie et l'environnement ;
- L'utilisation efficace des ressources naturelles ;
- Les sciences naturelles ;
- Les nanotechnologies et les nouveaux matériaux ;
- La sécurité et les technologies de réduction des risques ;
- Les biotechnologies ;
- La recherche spatiale ;
- La cybergouvernance.

11. Voir http://mincom.gov.az/ministry/structure/state-fund-for-development-of-information-technologies-under-mcht.

12. Voir www.president.az/files/future_en.pdf.

Perspectives pour l'Azerbaïdjan

Il ne fait aucun doute que l'Azerbaïdjan a conscience de la nécessité d'intensifier ses efforts dans le domaine de la STI. Il n'est pas non plus surprenant que le pays n'ait pas encore réussi à surmonter le « syndrome hollandais » provoqué par l'arrivée d'une manne pétrolière (voir le glossaire p. 743). Bien qu'il ait soudainement été propulsé au rang de pays à revenu intermédiaire de la tranche supérieure au vu de son PIB par habitant, le pays doit encore rattraper son retard en matière de modernisation de son tissu économique et institutionnel. Il devrait désormais donner suite à ces bonnes intentions en mettant en œuvre des réformes décisives, notamment les suivantes :

- Ces dernières années, le grand nombre de lois, décisions et décrets présidentiels relatifs à la STI ont rarement abouti à des améliorations concrètes. Il serait utile de réaliser une évaluation complète des mesures passées afin d'identifier les obstacles qui empêchent les initiatives réglementaires d'être mises en œuvre ;
- Les nombreux documents de politique relatifs à la STI adoptés en Azerbaïdjan contiennent étonnamment peu d'objectifs chiffrés. Il serait utile d'envisager l'adoption d'un petit nombre d'objectifs prudemment et judicieusement sélectionnés afin de mesurer les progrès réalisés en la matière et de faciliter une évaluation *ex post* ;
- Le gouvernement devrait prendre des mesures décisives pour améliorer le contexte général des affaires, notamment en renforçant l'État de droit, afin de permettre à l'Azerbaïdjan de tirer les avantages économiques de son engagement en faveur de l'innovation.

BÉLARUS



Une spécialisation dans l'ingénierie et le raffinage du pétrole

Le Bélarus n'est pas bien doté en ressources naturelles et s'appuie en grande partie sur l'énergie et les matières premières importées. Le pays se spécialise depuis toujours dans la transformation. Les principales activités de son important secteur industriel (42 % du PIB en 2013) sont l'ingénierie (technologie agricole et véhicules lourds spécialisés comme les tracteurs) et le raffinage du pétrole provenant principalement de Russie. Ces secteurs sont fortement tributaires de la demande extérieure. C'est pourquoi le commerce extérieur représente une part plus importante du PIB dans cette économie à revenu intermédiaire de la tranche supérieure que dans tout autre pays du même groupe (tableau 12.1). Alors que 50 % des échanges s'effectuent avec la Fédération de Russie, l'économie bélarusse est vulnérable à la crise qui touche actuellement son principal partenaire commercial. Par exemple, lorsque le rouble russe a perdu près de 30 % de sa valeur en seulement quelques jours en décembre 2014, la valeur du rouble bélarusse a diminué de moitié.

Les autorités bélarussiennes ont adopté une stratégie de transition progressive vers l'économie de marché. L'État conserve d'importants leviers d'influence sur l'économie et la privatisation des grandes entreprises a été limitée. Ces dernières années, les autorités ont développé des initiatives visant à améliorer l'environnement entrepreneurial et à promouvoir le développement des PME. Les entreprises d'État continuent cependant à dominer la production et les exportations, tandis que le taux de création de nouvelles entreprises reste faible (CENUE, 2011).

Le Bélarus est une économie en rattrapage, qui restera tributaire des technologies importées pendant encore un certain temps, bien que le pays ait déclaré il y a 20 ans que l'objectif stratégique de sa politique était d'instaurer une économie basée sur la science et la technologie. Depuis lors, plus de 25 lois et décrets présidentiels, près de 40 décrets gouvernementaux et de nombreux autres actes juridiques ont été adoptés et mis en place afin de contribuer à cet objectif déclaré. Toutes ces mesures ont permis de souligner l'importance de la science et de la technologie pour la prospérité économique du pays.

Plusieurs ministères et autres organismes gouvernementaux ont élaboré le *Document de réflexion sur le système national d'innovation*, sur la base de la *Stratégie nationale pour 2020* adoptée en 2006, des *Prévisions technologiques 2006-2025* et d'autres documents stratégiques. Approuvé par le Comité des politiques scientifiques et technologiques du Conseil des ministres en 2006, ce *Document de réflexion* reconnaît que l'approche sectorielle prédomine dans l'élaboration et la mise en œuvre de la politique du pays en matière de science et d'innovation.

La coopération scientifique gagne du terrain

Le gouvernement prévoyait d'accroître les DIRD de manière à ce qu'elles atteignent 1,2 à 1,4 % du PIB en 2010, mais cet objectif n'a pas été atteint. Le pays n'a donc aucune chance d'atteindre l'objectif suivant, qui consiste à accroître les DIRD de manière à ce qu'elles atteignent 2,5 à 2,9 % du PIB en 2015. Ce principe est pourtant annoncé dans le Programme de développement social et économique de la République du Bélarus pour la période 2011-2015 (Tatalovic, 2014).
Le système de R&D bélarusse est fortement dominé par les sciences techniques, qui représentent environ 70 % des DIRD, quelles que soient les sources de financement (y compris les programmes ciblés de l'État). Chaque ministère du Bélarus dispose de ses propres fonds pour financer l'innovation dans des secteurs économiques clés comme le bâtiment, l'industrie ou le logement. Les financements les plus efficaces sont sans conteste ceux qui ciblent les entreprises spécialisées dans les TIC.

Selon la revue bélarusse *Nauka i innovatsii* [Science et innovation] (2013), seuls 3,6 % des financements de R&D ont été alloués à la coopération internationale en 2012. Il n'existe aucun document de politique nationale spécifique sur la coopération internationale dans les différents domaines scientifiques. La part des DIRD financées par l'étranger, qui oscillait aux alentours de 5 à 8 % entre 2003 et 2008, est montée à 9,7 % en moyenne sur la période 2009-2013. Le nombre de projets de recherche associant des partenaires internationaux a par ailleurs plus que doublé ces sept dernières années.

Une main-d'œuvre qualifiée, mais des chercheurs vieillissants

Le système de R&D bélarusse est marqué par l'héritage de son passé soviétique, dans la mesure où les entreprises privées ne sont pas les principales actrices de la R&D, contrairement à ce que l'on observe dans les économies de marché. Cela étant dit, le système de R&D est, en principe, fortement tourné vers les entreprises, qui achètent des services scientifiques et technologiques auprès d'instituts de recherche « sectoriels ». Au Bélarus, ces instituts jouent un rôle plus important que le secteur universitaire dans la prestation de services scientifiques et technologiques. Cette caractéristique reste fortement ancrée dans le système bélarusse, malgré la transition progressive qui a lieu actuellement.

Le Bélarus a préservé les compétences en matière d'ingénierie dans les grandes entreprises et dispose d'une main-d'œuvre qualifiée. Bien que son potentiel de R&D reste élevé, la structure démographique vieillissante et la fuite des cerveaux ont eu un impact négatif sur les performances réelles. Au cours des 10 dernières années, la part du personnel de R&D âgé de 30 à 39 ans a diminué de moitié, passant de plus de 30 % à environ 15 % du total. Le nombre de chercheurs âgés de 60 ans et plus a été multiplié par six. La réputation et le statut des scientifiques restent élevés au Bélarus, mais l'attrait de la profession a diminué.

La répartition du personnel de R&D dans le pays est inégale. Trois quarts des chercheurs restent concentrés dans la capitale, suivie par les régions de Minsk et Gomel. La réinstallation du personnel de recherche est coûteuse et dépend en grande partie de la disponibilité des infrastructures de recherche et de la situation économique globale, qui n'a pas été favorable aux programmes de réinstallation ces dernières années.

Du fait de l'évolution des méthodes statistiques, lesquelles englobent désormais les entreprises publiques qui fonctionnent comme des entités commerciales dans le secteur des entreprises, en accord avec l'approche de l'OCDE, les dépenses privées en R&D ont augmenté, au détriment des financements publics (pour atteindre environ 0,45 % du PIB en 2013). Le rôle du secteur de l'enseignement supérieur reste négligeable.

Le nombre d'articles publiés dans des revues de renommée mondiale a stagné ces dernières années (figure 12.6). Le Bélarus obtient de bien meilleurs résultats en termes de brevets nationaux. Les demandes de brevets nationaux ont augmenté, passant de moins de 700 par an au début des années 1990 à plus de 1 200 sur la période 2007-2012. Dans ce domaine, le Bélarus est plus performant que certains des nouveaux membres de l'UE, comme la Bulgarie ou la Lituanie.

Perspectives pour le Bélarus

Au vu de ce qui précède, il semble utile d'envisager les mesures suivantes :

- Compléter les instruments « verticaux » existants des documents de politique de haut niveau par des instruments « horizontaux » couvrant les entreprises, les branches et les secteurs afin de renforcer les liens entre les différentes parties prenantes de l'innovation ;
- Faciliter et encourager l'accès de PME innovantes aux programmes publics en faveur de la science et de la technologie ; outre le développement des parcs scientifiques et technologiques, des incitations fiscales liées à l'innovation pourraient être appliquées dans tous les secteurs et branches, et des mesures d'incitation pourraient être proposées aux entreprises étrangères pour les encourager à créer des centres de R&D au Bélarus ;
- Accorder des allègements fiscaux ciblés afin de favoriser l'innovation précoce par les PME, en particulier, par exemple des prêts subventionnés, des subventions à l'innovation ou des primes et des mécanismes de garantie des crédits qui prendraient en charge une partie des risques assumés par les PME innovantes en cas de défaut de remboursement d'un prêt ;
- Réaliser une évaluation *ex post* (associant des critères quantitatifs et qualitatifs) afin de savoir si les programmes, projets et instruments stratégiques répondent aux cibles et objectifs des politiques ; intégrer des éléments visant à faciliter les évaluations *ex post* ultérieures aux premiers stades de la conception des programmes, politiques et instruments afférents ;
- Élargir le champ et la portée des programmes régionaux en faveur de la science et de la technologie de manière à inclure le développement régional innovant, tout en fournissant les ressources supplémentaires requises.

GÉORGIE



La STI pourrait être un levier de développement plus efficace

Par comparaison aux autres économies se trouvant à un stade de développement similaire, la Géorgie est l'une des plus avancées dans la mise en œuvre de réformes orientées vers le marché, mais également l'une des moins soucieuses de promouvoir la STI en vue du développement socioéconomique.

Ayant peu de ressources naturelles et presque aucune tradition d'industrie lourde, l'économie de la Géorgie est dominée par l'agro-industrie depuis l'époque soviétique. En 2009, les aliments et les boissons représentaient encore 39 % de la production manufacturière et la part de l'agriculture dans l'emploi s'élevait à 53 % (FAO, 2012). Selon la Banque mondiale, les exportations de services de transport (notamment de pétrole et de gaz via les pipelines) sont devenues d'importantes sources de revenus et représentaient 5 à 6 % du PIB ces cinq dernières années. Pourtant, la croissance généralisée réduit actuellement l'importance relative de ces secteurs. L'économie géorgienne a connu une croissance moyenne de 6 % par an entre 2004 et 2013, portée par « un élan significatif de réformes structurelles et de libéralisation à partir de 2004 » (Banque mondiale, 2014).

En effet, la Géorgie a été l'un des pays les plus résolument réformateurs de ces dernières décennies en termes de renforcement des libertés économiques et d'amélioration de l'environnement entrepreneurial. Le pays a progressé de

101 places dans l'indicateur Doing Business de la Banque mondiale entre 2005 et 2011. Dans le même temps, une vaste campagne de lutte contre la corruption et de simplification administrative a permis de réduire la part de l'économie informelle dans le PIB à croissance rapide de la Géorgie, qui est passée de 32 % à 22 % entre 2004 et 2010 (OCDE *et al.*, 2012).

Parallèlement à cette réussite économique, la situation actuelle de la Géorgie est bien plus ambivalente en ce qui concerne la STI :

- Le financement public de la R&D est faible et instable – Selon l'Institut national de la statistique, les dépenses publiques de R&D ont triplé entre 2009 et 2011 pour diminuer à nouveau de deux tiers jusqu'en 2013. Le budget est alloué de manière incohérente du fait de l'inertie institutionnelle et finance en grande partie des besoins non scientifiques (Bureau national d'audit, 2014) ;
- La R&D dans le secteur commercial n'est pas mesurée et, de manière plus générale, il existe peu de données comparables récentes relatives à la STI ;
- La Géorgie occupe une position médiane parmi les sept pays de la mer Noire en termes de production scientifique (figure 12.6).

Le récent audit public du secteur scientifique (Bureau national d'audit, 2014) réalise une évaluation critique de la situation, indiquant que « la science ne participe pas activement au processus de développement économique et social (en Géorgie) ». Cette évaluation souligne la fracture entre la recherche appliquée et l'innovation concrète, ainsi que « le manque d'intérêt du secteur privé pour la recherche ». Elle déplore également l'absence d'évaluation de la recherche bénéficiant de financements publics.

Outre ses timides efforts pour générer des connaissances et des technologies nouvelles, la Géorgie exploite assez peu les technologies disponibles au niveau mondial. Malgré la relative ouverture du pays au commerce, ses importations de produits de haute technologie stagnent à un niveau faible et ont augmenté de seulement 6 % entre 2008 et 2013 selon la base de données Comtrade de l'ONU.

Des défis urgents en matière d'éducation

Le manque d'intérêt du pays pour l'éducation risque de limiter les perspectives de croissance future. Bien que le niveau d'étude de la population adulte soit traditionnellement élevé en Géorgie, le taux d'inscription dans l'enseignement supérieur restait en 2013 inférieur de 13,5 points de pourcentage à son pic de 2005. Le nombre de doctorats décernés dans les domaines de la science et de l'ingénierie a chuté de 44 % entre 2007 et 2012 (pour atteindre un total de 92). Le taux d'inscription en doctorat dans ces domaines a lui aussi fortement diminué, malgré un sursaut ces dernières années, selon l'Institut de statistique de l'UNESCO.

La Géorgie doit en outre faire face à des problèmes liés à la qualité de son enseignement secondaire. Les performances des élèves géorgiens de 15 ans en lecture, en mathématiques et en sciences étaient comparables à celles de certains des pays les moins bien classés du Programme international pour le suivi des acquis des élèves de l'OCDE en 2009 (Walker, 2011). La Géorgie arrive également derrière des pays comparables dans l'étude Tendances de l'enquête internationale sur les mathématiques et les sciences de 2007. Dans l'enseignement supérieur, le taux de mobilité vers la Géorgie est presque nul, révélant un sérieux problème d'attractivité. Le taux de mobilité vers l'étranger étant élevé, la fuite des cerveaux représente également un problème potentiel selon une étude de 2010 menée par Technopolis Group sur la manière dont les programmes de doctorat sont gérés dans les différents pays de l'UE.

Nécessité d'une vision stratégique

L'actuelle structure institutionnelle de la STI en Géorgie a commencé à émerger après la « Révolution des roses »[13] en 2003. Au niveau ministériel, la responsabilité de la politique scientifique incombe au Ministère de l'éducation et des sciences, dans le cadre de la Loi sur l'enseignement supérieur (2005) et de la Loi sur la science, les technologies et leur développement (2004, modifiée en 2006). L'Académie nationale des sciences est le fruit du regroupement d'anciennes académies en 2007. Elle exerce une fonction de conseil sur les questions liées à la STI. Le principal instrument de financement de la recherche publique est la Fondation nationale des sciences Shota Rustaveli, créée en 2010 après le rapprochement de la Fondation nationale des sciences et de la Fondation pour les études géorgiennes, les sciences humaines et les sciences sociales.

L'audit effectué par le gouvernement reconnaît que « la vision stratégique et les priorités des activités scientifiques ne sont pas définies ». De plus, en l'absence de priorités sectorielles définies en haut lieu, on estime que la Fondation Rustaveli finance des projets dans différents domaines en fonction du bien-fondé de chaque proposition prise individuellement. Il n'existe aucune donnée permettant d'évaluer le résultat des réformes récentes visant à rapprocher les instituts de recherche publics et les universités. Par ailleurs, des bureaux de transfert de connaissances doivent encore être créés sur les campus universitaires (Bureau national d'audit, 2014).

Des partenaires internationaux de développement originaires des économies occidentales avancées sont intervenus en Géorgie ces 10 dernières années et ont réalisé des études sur les forces, faiblesses, opportunités et menaces liées à la STI en Géorgie, dont une *Analyse des contraintes* menée par le gouvernement de Géorgie en coopération avec la Corporation Millennium Challenge en 2011. Ces partenaires ont également analysé des secteurs scientifiques spécifiques et les tendances en matière d'aide internationale au développement. On peut citer l'exemple de l'étude menée en 2014 par Georgia's Reforms Associates, intitulée *Comment promouvoir la recherche en sciences sociales dans les établissements d'enseignement supérieur de Géorgie* et financée par l'USAID.

Perspectives pour la Géorgie

L'approche libérale et non interventionniste du gouvernement en matière de développement économique a été extrêmement profitable, mais la Géorgie aurait désormais besoin de politiques

13. Marquée par de grandes manifestations à la suite des résultats contestés des élections parlementaires, la Révolution des roses a mené à la démission du Président Edouard Chevardnadze en novembre 2003.

nouvelles mettant la STI au service du développement. Elle devrait mettre en œuvre les recommandations du Bureau national d'audit (2014) et envisager les mesures suivantes :

- Il est nécessaire de garantir la mise à disposition rapide de données sur les intrants et les extrants de la STI, qui soient comparables au niveau international ;
- Sur le front de l'éducation, la Géorgie bénéficie d'avantages clés qu'elle peut exploiter, notamment le niveau très faible de corruption et l'absence de pression démographique. Elle devrait désormais enrayer le déclin de son taux d'inscription dans l'enseignement supérieur et résoudre les problèmes liés à la qualité de son enseignement secondaire ;
- Il est nécessaire de réfléchir à la mise en place d'un organisme consultatif sur les questions liées à la STI qui intégrerait les points de vue d'autres parties prenantes que le gouvernement et le monde universitaire, en particulier le secteur des entreprises, dans l'élaboration et la mise en œuvre des politiques de STI ;
- L'élaboration d'une stratégie d'innovation nationale améliorerait la cohérence et la coordination des politiques dans les différentes sphères gouvernementales : éducation, industrie, commerce international, fiscalité, etc.

RÉPUBLIQUE DE MOLDOVA



Un nouveau moteur de croissance en lieu et place des envois de fonds

La République de Moldova présente l'un des niveaux de PIB par habitant les plus faibles d'Europe et le plus faible de la région de la mer Noire (tableau 12.1). La population émigrée du pays est l'une des plus importantes au monde en valeur relative. Elle représente environ 30 % de la population active. Les envois de fonds émanant des travailleurs sont élevés (23 % du PIB en 2011), mais leur contribution devrait stagner (Banque mondiale, 2013). Le pays a donc besoin d'un nouveau moteur de croissance basé sur les exportations et l'investissement.

L'économie moldave s'est bien remise de la crise financière mondiale. La croissance dépassait 7 % en 2010-2011, mais a été instable depuis. Selon le FMI, le PIB a en effet diminué de 0,7 % en 2012 pour rebondir de 8,9 % en 2013. Cela souligne la vulnérabilité de la République de Moldova face à la crise de la zone euro et aux événements climatiques tels que les sécheresses (Banque mondiale, 2013).

Après avoir culminé à 0,55 % du PIB en 2005, les DIRD ont chuté à 0,36 % en 2013 selon l'Institut de statistique de l'UNESCO. La part des DIRD réalisées par le secteur des entreprises a été très inégale, passant de 18 % en 2005 à 10 % en 2010 avant de remonter à 20 % en 2013. En raison du faible niveau d'investissement en R&D, l'infrastructure de recherche reste sous-développée, même si les chercheurs ont accès à certains réseaux et bases de données relatives aux TIC.

Un système national d'innovation centralisé

L'Académie des sciences est le principal organisme décisionnel en République de Moldova. Son président étant membre du gouvernement, elle joue le rôle de Ministère des sciences. Il s'agit également du principal organisme de mise en œuvre des politiques. L'Académie gère presque l'ensemble des programmes de financement public de la R&D et de l'innovation par l'intermédiaire de son organe exécutif (le Conseil supérieur pour le développement scientifique et technologique) et de ses organes et agences de gestion subordonnés (le Centre de financement de la recherche fondamentale et appliquée, le Centre des projets internationaux et l'Agence pour l'innovation et le transfert de technologie). Le Conseil consultatif d'expertise assure l'évaluation de ces trois agences de financement. Avec ses 19 instituts de recherche, l'Académie est également le principal organisme de recherche du pays. Les instituts de recherche sectoriels placés sous l'autorité de certains ministères effectuent aussi des travaux de recherche.

De plus, 32 universités du pays participent à la recherche scientifique, mais pas nécessairement au développement technologique. Par ailleurs, le secteur des entreprises mène des activités de R&D, mais seules quatre entités[14] sont accréditées par l'Académie des sciences, ce qui leur permet d'accéder au financement public concurrentiel de la R&D.

Étant donné la tendance à l'émigration et à la fuite des cerveaux observée en République de Moldova, le nombre de chercheurs par million d'habitants stagne à un niveau largement inférieur à celui des autres pays de la mer Noire (figure 12.2). La part de la population ayant suivi des études supérieures est relativement élevée, mais le nombre de doctorants nouvellement diplômés pour 1 000 habitants âgés de 25 à 34 ans représente moins d'un cinquième de la moyenne de l'UE. La République de Moldova peine à attirer et à retenir les étudiants et les chercheurs étrangers, car l'enseignement proposé par les universités locales ne répond pas aux attentes du marché et offre généralement des conditions peu attractives (Cuciureanu, 2014).

La *Stratégie d'innovation : Innovation aux fins de compétitivité* élaborée par le Ministère de l'économie pour la période 2013-2020 définit cinq objectifs généraux : adopter un modèle de gouvernance ouverte en matière de recherche et d'innovation ; renforcer les compétences en termes d'entrepreneuriat et d'innovation ; encourager l'innovation dans les entreprises ; mettre à profit les connaissances pour résoudre des problèmes sociétaux et mondiaux ; stimuler la demande de produits et services innovants. Préparée sous la supervision de l'Académie des sciences et approuvée en décembre 2013, la *Stratégie pour la recherche et le développement de la République de Moldova à l'horizon 2020* fixe en parallèle un objectif d'investissement en R&D égal à 1 % du PIB d'ici 2020. Aucune de ces deux stratégies n'identifie de priorités thématiques claires.

Les principaux instruments de financement public sont les « projets institutionnels », qui allouent plus de 70 % des fonds publics selon une méthode semi-concurrentielle. Ces mécanismes de

14. Trois entreprises publiques ont été accréditées, ce qui leur permet d'accéder au financement public concurrentiel de la R&D : l'Institut de technique agricole (Mecagro), l'Enterprise de recherche et de production de ressources biologiques aquatiques (Aquaculture Moldova) et l'Institut de recherche dans le domaine du bâtiment (INCERCOM). Une quatrième, l'Institut pour le développement d'une société de l'information, est en voie d'accréditation. Source : http://erawatch.jrc.ec.europa.eu.

financement concurrentiel incluent les programmes publics en faveur de la R&D, les projets internationaux, les projets de transfert de nouveaux procédés ou technologies, les subventions destinées aux jeunes chercheurs (y compris les bourses de doctorat), ainsi que les subventions pour l'achat d'équipements, la publication de monographies ou l'organisation de conférences scientifiques.

Les fonds restants transitent par d'autres canaux de financement, notamment les dotations globales à l'administration, aux établissements de recherche ou aux agences subordonnées de l'Académie des sciences et le paiement des infrastructures. Ces dernières années, la part des financements institutionnels a eu tendance à augmenter, au détriment des autres instruments de financement.

Seuls les programmes publics en faveur de la R&D ont une orientation thématique (figure 12.7). La procédure de financement des instruments stratégiques, d'évaluation, de suivi et de communication de l'information est identique pour chaque priorité thématique. Les thèmes sont généralement vastes et les fonds publics limités. En outre, le financement de la R&D par l'intermédiaire de programmes a diminué de deux tiers ces cinq dernières années, pour atteindre le montant négligeable de 0,35 million d'euros en 2012.

Perspectives pour la République de Moldova

Depuis la Loi de 2004 sur la science et l'innovation, la mise en œuvre de réformes et le resserrement des liens avec l'UE en matière de recherche et d'innovation ont contribué à soutenir le système scientifique national, sans parvenir à enrayer son déclin. Un article récemment publié par un consultant de l'Académie des sciences préconise de donner la priorité aux réformes suivantes (Dumitrashko, 2014) :

- Mise à jour des équipements de recherche et du capital technique du pays ;
- Mise en place de mécanismes d'incitation ciblés visant à encourager les jeunes à faire carrière dans la recherche, notamment des bourses, des subventions et des primes destinées aux jeunes scientifiques, des programmes de formation à l'étranger, etc. ;
- Participation accrue à l'Espace européen de la recherche et aux autres réseaux internationaux ;
- Accélération du transfert de technologie et promotion de partenariats entre les instituts de recherche et le secteur des entreprises.

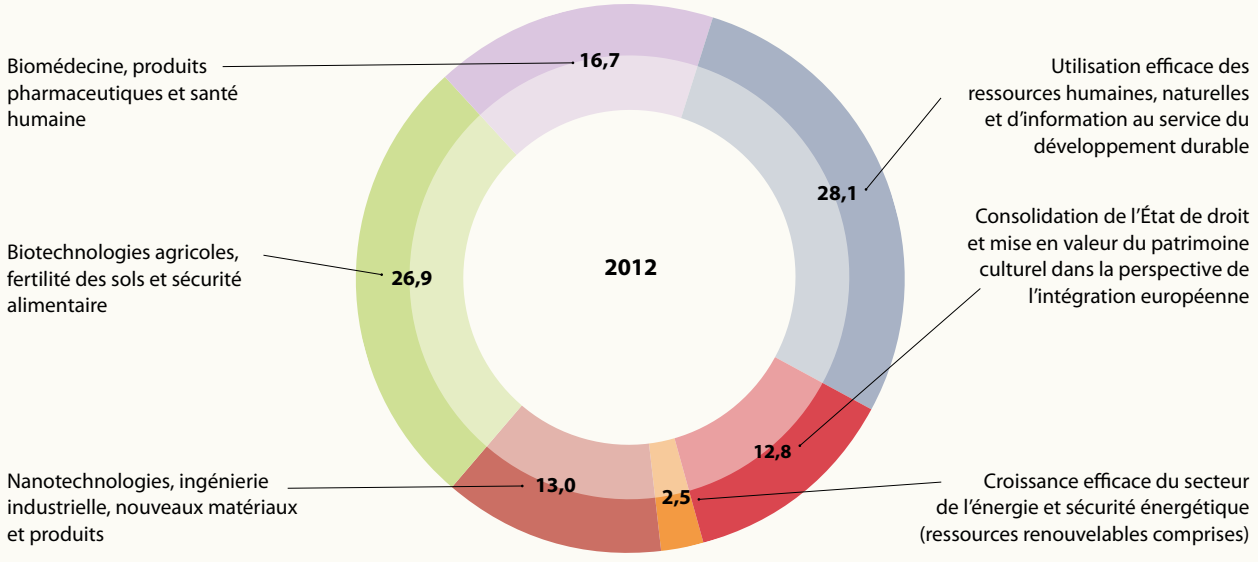
TURQUIE



Des objectifs de développement ambitieux à l'horizon 2023

Au cours des 10 dernières années, la Turquie a connu un essor économique qui n'a été que brièvement entravé par la crise financière mondiale. Alors que le PIB par habitant ne représentait qu'un tiers (32 %) de celui des économies à revenu élevé en 2003, il atteignait près de la moitié (47 %) en 2013 selon les Indicateurs du développement dans le monde de la Banque mondiale. Les inégalités économiques ont également été réduites (OCDE, 2014, encadré 12.1). La croissance a été portée par l'émergence d'entreprises nouvelles de première génération dans des régions à faible revenu, de tradition non industrielle, et s'est accompagnée d'une augmentation du taux d'emploi (OCDE, 2012, figure 2.2).

Figure 12.7 : **Répartition budgétaire des programmes publics de la République de Moldova en faveur de la R&D par priorité thématique, 2012 (%)**



Source : Cuciureanu (2014).

Tableau 12.5 : **Principaux objectifs de développement de la Turquie pour 2018 et 2023**

	Situation en 2012	Objectif à l'horizon 2018	Objectif à l'horizon 2023
PIB par habitant aux prix du marché (en dollars É.-U.)	10 666	16 000	25 000
Exportations de marchandises (en milliards de dollars É.-U.)	152	227	500
Part du commerce mondial (%)	1,0	_	1,5
Ratio DIRD/PIB	0,86	1,80	3,0
Part des DIRD réalisées par le secteur des entreprises (%)	43,2	60,0	_
Chercheurs (ETP)	72 109	176 000	_

Source : Ministère du développement (2013) ; Indicateurs du développement dans le monde de la Banque mondiale, consultés en novembre 2014 ; Institut de statistique de l'UNESCO, mars 2015.

Rédigée en 2008, la *Vision stratégique 2023* du gouvernement définit des objectifs de développement ambitieux[15], par exemple le fait d'atteindre un ratio DIRD/PIB de 3 % d'ici 2023, année du centenaire de la république, et de transformer la Turquie en plate-forme eurasienne pour les exportations de moyenne et de haute technologie (tableau 12.5). Elle met également en perspective les objectifs de la politique de STI du pays. Dans le même ordre d'idée, le *Dixième plan de développement* (2014-2018) définit les objectifs opérationnels à atteindre d'ici 2018, notamment l'accroissement de la part des dépenses des entreprises de manière à ce qu'elles atteignent 60 % des DIRD (Ministère du développement, 2013, tableau 23), ce qui impliquerait de doubler le nombre de chercheurs en équivalent temps plein en l'espace de cinq ans.

Des facteurs extérieurs pourraient contrarier les ambitions de la Turquie

Les ambitions de la Turquie pourraient encore être contrariées par des facteurs extérieurs. La croissance économique du pays reste tributaire des flux de capitaux étrangers. Dans la mesure où la plupart de ces flux ne sont pas des investissements directs étrangers (IDE), la croissance est soumise à l'évolution des perceptions du risque pays de la Turquie ou aux fluctuations de la politique monétaire des États-Unis ou de la zone euro. La plupart des principaux marchés d'exportation de la Turquie semblent être voués à une croissance modeste et les objectifs officiels de développement du pays paraissent au mieux très difficiles à atteindre. Mis à part une période entre 2002 et 2007 où la croissance était essentiellement portée par la productivité globale des facteurs, l'augmentation de l'apport en capital et du facteur travail restent les principaux moteurs de croissance en Turquie (Serdaroğlu, 2013). L'essor de l'industrie manufacturière résulte traditionnellement d'un recours accru à la technologie plutôt que de l'émergence de nouvelles technologies (Şentürk, 2010). Toutes ces raisons justifient l'attention renouvelée portée aux politiques de STI en Turquie et leur réexamen, afin de tirer les enseignements des expériences récentes.

La collaboration université-industrie entravée par des problèmes de qualité

Depuis la publication du *Rapport de l'UNESCO sur la science 2010*, la Turquie a poursuivi la forte expansion de sa R&D, entamée vers 2004. L'intensité de R&D de l'économie se rapproche des niveaux observés dans les économies avancées, notamment en Espagne ou en Italie, mais reste largement inférieure à celle des économies de marché émergentes à croissance rapide comme la Chine, où le secteur des entreprises représente plus de 70 % des DIRD. Dans le même temps :

- La Turquie a poursuivi ses efforts en vue d'améliorer l'accès à l'éducation et la qualité de l'enseignement proposé à tout un chacun. On observe, par exemple, une nette amélioration des performances des élèves de 15 ans en mathématiques dans le Programme international pour le suivi des acquis des élèves de l'OCDE. Cette prouesse s'explique à la fois par la prospérité croissante de la population en général, qui a les moyens de payer des études plus coûteuses, et par l'impact des réformes dans le secteur de l'enseignement (Rivera-Batiz et Durmaz, 2014) ;
- Les enquêtes d'opinion comparables sur le plan international et menées auprès des dirigeants placent généralement la Turquie en dessous des niveaux observés dans les économies de marché émergentes plus avancées, malgré quelques améliorations ces cinq dernières années, selon l'Indice mondial de l'innovation (2014) et les *Rapports mondiaux sur la compétitivité* publiés depuis 2008 ;
- De façon plus générale, le score de la Turquie dans les classements qualitatifs internationaux ne correspond souvent pas aux ambitions du pays. Une enquête internationale menée auprès des chefs d'entreprises de 25 des plus grandes économies innovantes suggère que l'écart entre l'opinion des chefs d'entreprises nationaux sur la qualité de l'environnement d'innovation en Turquie et celle des étrangers est l'un des plus importants, tous pays confondus (Edelman Berland, 2012) ;
- Si le pourcentage de femmes titulaires d'un doctorat en science ou en ingénierie a augmenté ces dernières années, l'équilibre entre les sexes a évolué en sens inverse parmi les chercheurs, en particulier dans le secteur privé, et reste relativement faible dans les sphères décisionnelles. En 2014, les 20 membres permanents du Conseil supérieur de la science et de la technologie étaient tous des hommes.

Un système national d'innovation fortement centralisé

La structure institutionnelle du système de STI turc reste fortement centralisée (TÜBITAK, 2013, figure 1.1). Les principales évolutions récentes sont les suivantes :

15. Voir www.tubitak.gov.tr/en/about-us/policies/content-vision-2023.

- Le mandat de l'ancien Ministère de l'industrie et du commerce a été élargi en 2011 pour devenir le Ministère des sciences, de l'industrie et de la technologie, qui supervise désormais le Conseil de recherche scientifique et technologique de Turquie (TÜBITAK) ;
- En 2011, l'ancienne Organisation de planification d'État est devenue le Ministère du développement, qui est désormais chargé de préparer le budget d'investissement dans le secteur de la recherche technologique, qui s'élevait à 1,7 milliard de dollars PPA en 2012 (TÜBITAK, 2013), et de coordonner les agences régionales de développement ;
- En août 2011, le gouvernement a modifié les statuts de l'Académie des sciences turque (TUBA) par voie de décret. Il a également augmenté le nombre de membres pouvant être nommés directement au Conseil pour la science, alimentant les inquiétudes de la presse quant à l'indépendance scientifique future de l'Académie ;
- Présidé par le Premier Ministre, le Conseil supérieur de la science et de la technologie s'est réuni cinq fois depuis 2010 afin d'évaluer les progrès et de favoriser la coordination dans le domaine de la STI. Chacune de ses réunions récentes a été axée sur un secteur technologique spécifique : l'énergie en 2013, puis la santé en 2014 ;
- Les activités actuelles sont régies par la *Stratégie nationale pour la science, la technologie et l'innovation* (2011-2016), qui définit les priorités sectorielles suivantes :
  - Des approches axées sur les résultats dans trois domaines ayant une forte capacité de R&D et d'innovation : la construction automobile, la construction mécanique et les TIC ;
  - Des approches axées sur les besoins dans les domaines nécessitant une accélération : la défense, les études spatiales, la santé, l'énergie, l'eau et l'alimentation.

Le secteur privé n'a pas saisi la main tendue par le gouvernement

La Turquie participe à différents réseaux européens de coopération en matière de recherche. Elle est également l'un des membres fondateurs de l'OCDE. En 2014, la Turquie est devenue membre associé de l'Organisation européenne pour la recherche nucléaire (CERN), au sein de laquelle elle avait le statut d'observateur depuis 1961. La Turquie entretient depuis longtemps des liens étroits avec l'Europe : elle a été l'un des premiers pays à conclure un accord d'association avec l'UE en 1964, elle fait partie d'une union douanière avec l'UE depuis 1996 et a entamé des négociations d'adhésion en 2005. Malgré cela, la diplomatie scientifique a connu un démarrage timide avec le sixième programme-cadre pour la recherche et l'innovation de l'UE (2002-2006), avant de s'accélérer avec le septième programme-cadre (2007-2013). Des efforts sont actuellement déployés pour tirer un meilleur parti des possibilités offertes par le programme Horizon 2020. Néanmoins, le maillage international du système d'innovation turc obtient des résultats mitigés :

- Dans les enquêtes sur l'innovation, la Turquie est la moins bien classée des pays de l'OCDE en termes de collaboration nationale et internationale impliquant les entreprises selon le Tableau de bord de la science, de la technologie et de l'industrie de l'OCDE 2013 ;
- La part des DIRD financées par des acteurs étrangers est l'une des plus faibles de la région de la mer Noire et n'a pas augmenté au même rythme que les efforts du pays dans le domaine de la STI ces dernières années. Selon l'Institut de statistique de l'UNESCO, elle atteignait seulement 0,8 % en 2013, soit 0,01 % du PIB ;
- Bien que le nombre de brevets ait augmenté ces dernières années, la Turquie présente l'un des taux de brevets transfrontaliers les moins élevés des pays de l'OCDE. La part de la R&D des entreprises financée par des sociétés étrangères est par ailleurs négligeable selon le Tableau de bord de la science, de la technologie et de l'industrie de l'OCDE (2013). En outre, contrairement à de nombreuses économies de marché émergentes, la Turquie ne participe pas activement au commerce international de services de R&D.

Cela étant dit, d'autres aspects du réseau international de la Turquie en matière de STI sont prometteurs :

- Les Turcs représentent le sixième contingent national de doctorats en science et en ingénierie décernés à des étrangers aux États-Unis. Ils ont obtenu un total de 1 935 diplômes en 2008-2011 (environ 3,5 % des diplômes décernés à des étrangers aux États-Unis), contre 5 905 diplômes similaires décernés à l'intérieur des frontières turques au cours de la même période (NSB, 2014) ;
- D'une manière générale, la coopération internationale turque dans le domaine de la science est en soi bien plus forte qu'en matière d'innovation. La relation bilatérale entre les États-Unis et la Turquie est ainsi l'un des meilleurs exemples de copublication d'articles scientifiques selon le Tableau de bord de la science, de la technologie et de l'industrie de l'OCDE (2013).

Dans l'ensemble, le secteur privé turc, pourtant dynamique, n'a pas saisi la main tendue par le gouvernement en ce qui concerne la STI. L'économie turque a bien rebondi après la forte contraction de 2008-2009, mais ses performances en matière d'exportations ne rivalisent pas avec ses concurrents des pays développés (OCDE, 2014). Si les régions technologiquement plus avancées du nord-ouest du pays ont continué à développer et à approfondir leur intégration avec l'UE dans le cadre de l'union douanière, la transition globale de l'économie turque vers les exportations et le dépôt de brevets de haute technologie a été lente, notamment en raison de l'expansion rapide dans presque tout le pays d'une « catégorie intermédiaire » d'entreprises se spécialisant dans des produits manufacturés de relativement basse technologie comme le textile, l'alimentation ou les produits en plastique et en métal destinés à être exportés vers les pays en développement (OCDE, 2012). Du fait de l'essor des échanges commerciaux de la Turquie avec les pays en développement, la part de l'UE dans les exportations turques a diminué, en particulier depuis 2007. Ce déclin peut également être interprété comme une difficulté à s'intégrer dans les chaînes de valeur de l'UE et à opérer la modernisation technologique qui s'impose (Işik, 2012).

Cela étant dit, les performances en matière d'exportations ne rendent pas totalement compte de la transformation technologique en cours.

- La part de l'emploi manufacturier dans les secteurs de moyenne technologie a augmenté (OCDE, 2012). Des observations anecdotiques mettent en évidence une culture de l'excellence grandissante dans le secteur des services à forte intensité de technologie, mais un faible nombre d'exportations. On peut citer l'exemple du développement de logiciels professionnels en interne dans le secteur bancaire, les télécommunications, etc. La part des services dans les dépenses de R&D des entreprises a fortement augmenté, passant d'environ 20 % au milieu des années 2000 à 47 % en 2013 selon les dernières statistiques de l'OCDE ;
- On observe une forte croissance des exportations de moyenne technologie, notamment dans le secteur de la construction automobile ou de la construction mécanique. Cette tendance se retrouve dans le domaine de la propriété intellectuelle, la forte croissance récente des dépôts de brevets ayant essentiellement concerné des produits de basse ou de moyenne technologie (Soybilgen, 2013) ;
- Au sein d'une économie considérablement ouverte qui se caractérise par une union douanière avec l'UE, de nombreuses entreprises turques ont les moyens d'importer les machines les plus avancées disponibles dans leur secteur, de développer une production conforme aux bonnes pratiques internationales et de viser l'excellence dans leurs activités manufacturières haut de gamme dans des secteurs qualifiés de basse technologie comme le textile, l'alimentation ou la logistique.

Perspectives pour la Turquie

Ayant réalisé d'importants progrès dans le niveau de soutien public à la STI ces 10 dernières années, les autorités publiques devraient désormais envisager des mesures supplémentaires visant à établir des liens plus étroits entre les différents acteurs du système d'innovation turc (scientifiques, universités, laboratoires publics, petites et grandes entreprises, ONG, etc.) et à former un ensemble plus cohérent.

Ces mesures pourraient notamment consister à :

- Déployer des efforts systématiques pour impliquer les représentants de l'industrie dans l'élaboration et la mise en œuvre des mécanismes pilotés par le gouvernement, des technoparcs aux agences régionales de développement qui ont été créées depuis la fin des années 2000 ;
- Pallier le déclin de l'équilibre entre les sexes dans les ressources humaines liées à la STI en général et l'améliorer aux plus hauts niveaux décisionnels, notamment au sein du Conseil supérieur de la science et de la technologie ;
- Modérer la tendance à appliquer des priorités descendantes et des mesures d'incitation sectorielles, en prenant mieux en compte le dynamisme large et très diversifié du secteur privé turc ;
- Publier en temps voulu des données consolidées sur le soutien public total à la STI, notamment le montant des incitations fiscales ;
- Identifier les obstacles aux IDE dans la R&D, ainsi que les activités de R&D des multinationales turques à l'étranger ;
- Renforcer la culture de l'évaluation concernant les initiatives du secteur public dans le domaine de la STI et leurs résultats, que ce soit en ce qui concerne le système dans son ensemble et les grandes initiatives publiques comme les technoparcs (encadré 12.3) ou la participation aux réseaux internationaux de recherche comme Horizon 2020. Le gouvernement devrait mettre à profit l'expertise disponible en vue d'évaluations comparables sur le plan international, comme les enquêtes sur l'innovation menées par l'OCDE.

Encadré 12.3 : **Évaluation de l'impact des technoparcs en Turquie**

Les technoparcs créés en association avec les universités ont été l'un des mécanismes phares du gouvernement turc pour encourager l'incubation d'entreprises ces dernières années. Les premiers technoparcs ont été créés en 2001 à Ankara et Kocaeli, dans le fief industriel de la Turquie.

En 2011, il existait au total 43 technoparcs, dont 32 étaient opérationnels. Leur nombre serait même monté à 52 en 2014 selon certains articles de presse. Les technoparcs de Turquie accueillent quelque 2 500 entreprises, dont 91 font l'objet de participations étrangères. En 2013, ils employaient 23 000 agents de R&D et généraient 1,5 milliard de dollars des États-Unis d'exportations (1 % du total).

Malgré cet exploit impressionnant, des rapports ont récemment critiqué la tendance à une certaine inertie. En effet, de plus en plus d'universités créent des technoparcs sans réellement parvenir à leur garantir une gestion professionnelle et des financements suffisants. Des rapports déplorent le manque d'évaluation des performances des parcs existants et de données publiées sur le coût des allègements fiscaux et autres formes de soutien public dont ils bénéficient. Un rapport de 2009 publié par le Comité national d'audit souligne la nécessité d'une évaluation et d'une étude d'impact indépendantes des technoparcs existants. Ce constat a été confirmé par le rapport plus récent d'un inspecteur du Ministère des sciences, de l'industrie et de la technologie (Morgül, 2012).

Source : Auteurs ; voir l'Association des technoparcs turcs : www.tgbd.org.tr/en.

UKRAINE



La coopération scientifique et technologique avec l'UE est une priorité

Tous les gouvernements qui se sont succédé en Ukraine ces 10 dernières années ont annoncé des plans visant à restructurer l'économie afin qu'elle devienne plus innovante et plus compétitive. Cette modernisation, associée à un niveau de vie plus élevé, est une condition préalable à l'adhésion à l'UE, qui est l'ambition à long terme du pays.

La résolution des principaux problèmes du pays, notamment le gaspillage énergétique, la mauvaise protection de l'environnement et l'obsolescence du secteur industriel et des infrastructures, passe par la coopération internationale et l'acquisition de connaissances nouvelles. En outre, les priorités scientifiques et technologiques nationales ont souvent beaucoup en commun avec celles de l'UE.

Les priorités suivantes figuraient dans la Loi ukrainienne sur les priorités de développement de la science et de la technologie (2010) :

- Recherche fondamentale sur des problèmes scientifiques clés dans différentes disciplines ;
- Études environnementales ;
- TIC ;
- Production d'énergie etde technologies économes en énergie ;
- Nouveaux matériaux ;
- Sciences de la vie et méthodes de lutte contre les principales maladies.

La part des sources étrangères dans le financement de la R&D est relativement élevée en Ukraine. Elle atteignait environ 25 % des DIRD en 2010-2013. Les statistiques officielles ukrainiennes ne fournissent aucune information sur la répartition des financements par pays d'origine. On sait cependant qu'ils proviennent en grande partie de la Fédération de Russie, des États-Unis, de l'UE et de la Chine.

L'accord sur la coopération scientifique et technologique conclu avec l'UE en 2010 a été mis en œuvre un an plus tard, ouvrant de nouvelles possibilités de coopération et instaurant les conditions nécessaires à la mise en œuvre de différentes initiatives conjointes, notamment des projets de recherche commune avec le financement de l'UE, des expéditions conjointes et l'échange d'informations. En juillet 2015, le Parlement ukrainien a ratifié l'accord faisant du pays un membre associé du programme Horizon 2020 de l'UE (2014-2020).

Les crises successives ont érodé les dépenses de R&D

Les crises successives ont eu un impact négatif sur l'économie en général et sur le financement de la R&D en particulier. Le pays a d'abord subi la crise économique de la fin des années 2000, puis la dépréciation de sa monnaie nationale (l'hryvnia ukrainienne ou UAH) et la révolution de l'EuroMaïdan, suivie d'un conflit armé, en 2013-2015. En 2009, les exportations ukrainiennes ont diminué de 49 % par rapport à l'année précédente et l'économie s'est contractée de 15 %. La crise était la conséquence d'une série de facteurs, notamment l'effondrement des cours internationaux de l'acier, qui a forcé les industries de la métallurgie et de la construction mécanique à réduire les salaires et à licencier des salariés, et la suspension de l'alimentation en gaz par la Fédération de Russie en janvier 2009 dans le cadre d'un litige sur la dette de gaz de l'Ukraine. Cette crise a par la suite affecté les DIRD, qui représentaient 8 025 millions d'hryvnias (796 millions d'euros) en 2007, mais qui avaient chuté (en euros) à 8 236 millions d'hryvnias (680 millions d'euros) en 2009. En 2010, l'Ukraine a retrouvé une croissance positive (4,2 %) et les DIRD sont revenues à 9 591 millions d'hryvnias (865 millions d'euros) en 2011, mais l'intensité de R&D a diminué au cours de la même période, passant de 0,85 % en 2007 à 0,77 % (mesurés en PPA) en 2013. Les DIRD devraient de nouveau diminuer en euros en 2014 (HSE, 2014).

Le financement public de la R&D a lui-même fluctué au cours des 10 dernières années. Il représentait 36 % des DIRD en 2002, 55 % en 2008 et 47 % en 2013. L'essentiel du financement public sert à soutenir les académies des sciences financées par l'État, notamment l'Académie nationale des sciences. Les pouvoirs publics ont tenté d'impliquer le secteur privé dans des projets de recherche, sans grand succès, l'État ayant lui-même manqué à ses obligations de financement des projets de recherche à plusieurs reprises.

Les industries lourdes de basse technologie constituent le noyau de l'économie

La part des entreprises dans le financement de la R&D a diminué depuis 2003 (36 %), atteignant son plus bas niveau (26 %) en 2009 pour stagner par la suite (29 % en 2013). Le niveau généralement faible des dépenses de R&D du secteur privé s'explique par la structure spécifique de l'économie ukrainienne : deux tiers des dépenses privées en R&D se concentrent sur la construction mécanique, un secteur qui a vu sa contribution à l'économie nationale se contracter depuis l'indépendance en 1991, puis diminuer plus rapidement pendant la crise économique de 2008-2009 et de nouveau pendant la crise politique de 2013-2015, la Fédération de Russie étant jusqu'alors le principal client de ce secteur. L'industrie lourde à faible intensité de R&D (métallurgie des métaux ferreux, production de produits chimiques de base et extraction houillère) constitue le noyau de l'économie nationale.

Les technoparcs sont en déclin depuis la suppression des allègements fiscaux

Les expériences les plus réussies en termes de commercialisation de projets de recherche ont été celles associées aux technoparcs en 1999-2005. En réalité, ces technoparcs s'apparentaient davantage à des « grappes » d'entreprises de haute technologie et à des groupes de scientifiques et d'ingénieurs bénéficiant d'un régime favorable pour mener à bien leurs recherches et leurs projets d'innovation. Les technoparcs les plus performants étaient ceux créés par les instituts de l'Académie nationale des sciences, qui étaient résolument tournés vers la technologie, comme l'Institut de soudure électrique Paton ou l'Institut

des monocristaux. Ces deux instituts eux-mêmes et leurs projets d'innovation déposés ont bénéficié d'allègements fiscaux. Cependant, depuis la suppression de ces allègements fiscaux en 2005, le nombre de projets d'innovation a stagné et le rôle joué par les technoparcs dans l'innovation nationale a diminué.

La plupart des organismes de recherche privilégient le développement industriel

La politique de recherche en Ukraine est supervisée en grande partie par les ministères centraux, mais les organismes locaux disposent également de certains outils leur permettant d'exercer une influence, en particulier sur les universités et les instituts de recherche locaux. Les organismes locaux peuvent par exemple mettre en place des incitations fiscales, apporter un soutien financier prélevé sur les budgets locaux et attribuer des terrains publics aux technoparcs et aux incubateurs d'entreprises. Le secteur universitaire a toujours joué un rôle secondaire dans le système national de recherche, du fait qu'il se concentre principalement sur l'enseignement. La part des DIRD réalisées par le secteur de l'enseignement supérieur se maintient entre 5 % et 7 % depuis le début des années 2000. L'Ukraine abrite plus de 340 universités, mais seules 163 d'entre elles ont mené des activités de R&D en 2013. Près de 40 de ces universités sont privées.

Le Ministère de la science et de l'éducation joue un rôle clé dans l'orientation de la politique scientifique, de même que le Ministère du développement économique et du commerce, bien que d'autres ministères et agences attribuent des financements publics à des programmes, projets et organismes de recherche spécifiques. Le nombre total de ministères et d'agences dotés de budgets scientifiques a varié entre 31 et 44 dans les années 2000 (CENUE, 2013).

Le Comité d'État pour la science et la technologie a changé de nom et de fonctions à plusieurs reprises depuis sa création en 1991, notamment en décembre 2010 lorsque la majorité de ses services ont été absorbés par le Ministère de la science et de l'éducation et d'autres ministères ou agences gouvernementales. L'ancien Comité spécial d'État pour la science, l'éducation et l'informatisation est devenu une agence en 2011 et a été pleinement intégré dans le Ministère de la science et de l'éducation mi-2014. Il est directement chargé de formuler la politique scientifique et technologique, sous la supervision du ministère (CENUE, 2013).

La majorité des instituts de recherche sont rattachés à des zones économiques spécifiques et se concentrent sur la R&D industrielle. Ces organisations sont officiellement subordonnées aux différents ministères et agences gouvernementales, mais les liens avec les ministères se sont distendus ces dernières années. L'Académie nationale des sciences et cinq autres académies financées par l'État sont depuis longtemps des acteurs clés du système national de recherche, car elles reçoivent trois quarts du budget de l'État consacré à la R&D. Les académies sont chargées de la recherche fondamentale, mais également de coordonner de nombreux programmes liés à la recherche et à l'innovation, de déterminer les priorités scientifiques et technologiques et de fournir des conseils scientifiques. Leur situation s'est compliquée depuis que la Fédération de Russie a de facto absorbé de nombreux instituts de recherche ukrainiens situés en Crimée en 2014, notamment l'Institut de biologie des mers du Sud A.O. Kovalevsky à Sébastopol et l'Observatoire d'astrophysique de Crimée à Naoutchnyï.

Le système de recherche public est actuellement en retard sur la moyenne mondiale en ce qui concerne la quantité d'articles de recherche et leur impact. Le nombre de publications ukrainiennes n'est pas encore revenu au niveau de 2008 et le taux de citation est l'un des plus faibles des pays de la mer Noire. La part des publications ukrainiennes sur la plate-forme de recherche Web of Science a diminué, passant de 0,5 % entre 1996 et 2000 à environ 0,2 % en 2012. L'Ukraine affiche des résultats particulièrement médiocres dans les domaines des sciences sociales, de l'informatique, des sciences de la vie et de l'agronomie, bien qu'elle ait été le troisième exportateur mondial de céréales en 2011 avec des rendements supérieurs à la moyenne (figure 12.6). La part des publications ukrainiennes dans certains domaines des sciences techniques comme la soudure ou les appareils électriques est bien plus élevée (Zinchenko, 2013).

Absence de politique à long terme dans le domaine des ressources humaines liées à la R&D

On pourrait considérer que la politique à long terme du gouvernement dans le domaine des ressources humaines liées à la R&D est « inertielle » plutôt que ciblée, malgré les différents types de bourses spéciales[16] destinées aux scientifiques, dont la plus récente a été mise en place en 2012 pour financer les études à l'étranger. Bien que l'Ukraine ait rejoint en 2015 le processus de Bologne, qui vise à harmoniser les systèmes d'enseignement supérieur à l'échelle européenne, un système mixte[17] persiste. En 2014, le nouveau Ministre de la science et de l'éducation a annoncé des plans visant à aligner les diplômes ukrainiens sur le système en trois cycles (Licence-Master-Doctorat). Beaucoup de scientifiques ont atteint l'âge de la retraite en Ukraine. L'âge moyen des docteurs ès sciences est de plus de 61 ans, contre plus de 53 ans pour les candidats ès sciences. L'âge moyen des chercheurs augmente d'une année tous les trois ans (Yegorov, 2013).

Préoccupations quant à la pertinence de l'enseignement supérieur

L'ère soviétique a laissé à l'Ukraine un système pédagogique relativement développé. Certaines caractéristiques positives de ce système perdurent, notamment l'accent mis sur les mathématiques et les sciences naturelles dès le plus jeune âge. Cependant, la qualité de l'enseignement scientifique et technologique suscite de vives inquiétudes depuis

16. Les jeunes scientifiques peuvent également solliciter une bourse parlementaire ou une bourse de l'Académie nationale des sciences. Des centaines d'éminents scientifiques plus âgés bénéficient de bourses à vie attribuées par le président de la République. Les salaires mensuels spéciaux destinés aux membres et aux membres correspondants des académies des sciences financées par l'État peuvent également être considérés comme des bourses spéciales destinées aux scientifiques.

17. Il existe des diplômes de Licence et de Master, mais la qualification soviétique de « spécialiste » a été conservée. Le candidat ès sciences soviétique doit non seulement être titulaire d'un Master, mais également avoir publié au moins cinq articles en son nom. Le docteur ès sciences soviétique est un candidat ès sciences qui dispose d'une solide expérience scientifique et justifie d'au moins 20 publications internationales.

l'indépendance. Tout d'abord, dans la mesure où les universités ont des interactions limitées avec l'industrie, les programmes ne suivent pas les dernières avancées du monde des affaires. Certains secteurs de haute technologie n'existent plus, notamment l'électronique et un certain nombre d'entreprises en rapport avec l'armée dans le secteur de la construction mécanique. La demande de diplômes a diminué dans certaines disciplines techniques, en particulier dans l'industrie, du fait que les diplômés ne parvenaient pas à trouver un emploi correspondant à leur formation.

À l'exception de l'agriculture, des soins de santé et des services, la part des diplômés en sciences naturelles a chuté d'un quart et la part des diplômés en sciences techniques de plus d'un cinquième depuis le milieu des années 2000. En revanche, la part des étudiants en sciences humaines et en lettres a augmenté de 5 %, contre 45 % en sciences sociales, en commerce et en droit selon l'Office national de la statistique.

Le nombre d'étudiants a grimpé entre 2001 et 2012, passant de 1,5 million à 2,5 millions. Cette augmentation sera cependant de courte durée. Du fait de la baisse démographique généralisée, le nombre d'étudiants diminuera également dans les années à venir. Les étudiants étrangers sont par ailleurs peu nombreux en Ukraine, bien que plusieurs universités étrangères aient implanté des campus dans le pays, notamment l'Université d'État Lomonossov de Moscou, tandis que plusieurs universités étrangères ont créé des programmes communs avec leurs homologues ukrainiennes. Les diplômés reçoivent un double diplôme des deux universités. Les programmes de jumelage les plus connus concernent sans doute l'Institut polytechnique de Kiev et plusieurs universités techniques d'Allemagne.

Perspectives pour l'Ukraine

Le gouvernement formé en 2014 a élaboré une série de mesures visant à résoudre les questions essentielles suivantes dans la politique de recherche ukrainienne :

- Définition de priorités de recherche correspondant aux objectifs de développement national ;
- Respect des normes européennes les plus exigeantes dans le domaine de la R&D, dans l'objectif de rejoindre l'Espace européen de la recherche ;
- Changements administratifs visant à améliorer la gouvernance du système de R&D.

Cependant, les mesures politiques détaillées dans différents documents stratégiques se préoccupent bien moins d'identifier les demandes spécifiques de connaissances, en particulier de fournir des renseignements stratégiques sur l'évolution structurelle de l'économie. En outre, des mesures relativement limitées ont été envisagées pour améliorer la diffusion des connaissances, répondre à la demande de connaissances commerciales et accroître la mobilisation des ressources dans le secteur privé.

La politique de recherche et d'innovation ukrainienne concernant l'industrie se concentre presque exclusivement sur le soutien direct de l'État aux six académies nationales des sciences, aux entreprises publiques et aux universités d'État. On constate un manque de coordination notable entre la politique de recherche (axée sur la qualité de la recherche universitaire et la formation de chercheurs qualifiés) et les politiques de développement économique, du fait du fractionnement des responsabilités des ministères et agences gouvernementales, mais également des autorités centrales et régionales.

Encadré 12.4 : **Une première pour l'Ukraine : le laboratoire central**

En avril 2011, l'Agence nationale pour la science, l'innovation et l'informatisation a créé le premier laboratoire central d'État de biologie moléculaire et cellulaire. L'idée était de fournir des financements supplémentaires pour la recherche en biologie moléculaire et cellulaire dans des domaines prioritaires nécessitant la collaboration de chercheurs affiliés à différentes institutions.

Les projets de recherche étaient sélectionnés sur la base de l'évaluation menée par un groupe d'experts présidé par Erwin Neher, lauréat allemand du prix Nobel. Ils étaient ensuite approuvés par le Conseil scientifique, comprenant plusieurs spécialistes éminents et des représentants de l'État. Cette procédure, relativement nouvelle en Ukraine, était destinée à minimiser les influences « extérieures » sur le processus décisionnel.

Les membres institutionnels du laboratoire central étaient l'Institut de physiologie et l'Institut de biologie moléculaire et de génétique, tous deux rattachés à l'Académie nationale des sciences. Le Conseil scientifique du laboratoire central avait cependant la charge de sélectionner les projets de recherche de manière concurrentielle parmi les propositions transmises par les spécialistes, quel que soit l'institut auquel ils étaient affiliés.

Le Fonds d'État pour la recherche fondamentale assurait le financement des projets. Outre ces « dotations globales » standard, les équipes de projets étaient habilitées à recevoir des financements supplémentaires provenant du budget ordinaire de leurs propres instituts, à condition que ceux-ci soient rattachés à l'Académie nationale des sciences.

Deux projets ont obtenu un financement en 2011-2012, puis deux autres en 2013. Au total, 2 millions d'hryvnias (environ 190 000 euros) ont été affectées à ces deux derniers projets en 2013.

Le financement du laboratoire a cessé en 2014 du fait de la crise économique.

Source : Informations compilées par les auteurs.

CONCLUSION

Les pays peuvent apprendre les uns des autres, mais également des économies émergentes

La plupart des pays de la mer Noire ont encore un long chemin à parcourir pour rattraper les pays dynamiques à revenu intermédiaire en ce qui concerne le contexte politique lié à la STI et le niveau d'investissement dans les ressources humaines, la R&D et les infrastructures de TIC. Dans les classements mondiaux, ils ont tendance à obtenir de meilleurs résultats en termes d'extrants qu'en termes d'intrants, à l'exception notable de l'Azerbaïdjan et de la Géorgie, qui semblent éprouver des difficultés particulières à tirer des gains économiques de leurs modestes efforts de R&D. La Géorgie, par exemple, occupe une position relativement solide dans certains secteurs des sciences humaines, mais ces publications n'alimentent pas la R&D et l'innovation technologique.

La plupart des pays disposaient dans un passé assez récent de systèmes pédagogiques et de structures économiques résolument tournés vers la science et la technologie. Certains vestiges de cette période subsistent dans les ex-républiques soviétiques, notamment le nombre élevé de diplômés ayant suivi une formation technique et de publications dans les domaines des sciences physiques et des sciences de l'ingénieur. Avec des politiques et des mesures d'incitation adaptées, la réorientation de ces pays vers un développement à forte intensité de technologie est une perspective bien moins ambitieuse que pour les pays en développement, qui doivent encore réformer leurs structures socioéconomiques traditionnellement agraires.

Afin d'assurer la transition vers une économie fondée sur l'innovation, les ex-républiques soviétiques situées dans la région de la mer Noire n'auront d'autre choix que d'entreprendre de grandes réformes, notamment une nette augmentation du financement de la R&D. En outre, pour pouvoir intensifier sensiblement leurs efforts de R&D, elles devront mettre en place des mesures incitant davantage le secteur commercial à investir dans la R&D. Ces mesures d'incitation devront créer un contexte favorable aux entreprises, propice à une économie de marché florissante. Elles devront notamment s'efforcer de lutter contre la corruption et d'éliminer les structures de propriété et de contrôle oligarchiques. Aucune politique de STI traditionnelle ne peut espérer avoir un impact décisif sur la R&D du secteur privé si l'environnement entrepreneurial reste largement hostile à l'émergence de nouvelles entreprises et d'une remise en cause des rapports de force existants basée sur le marché.

Dans le cas de la Turquie, qui a déjà réalisé d'importants progrès concernant un large éventail d'indicateurs liés à la STI ces 10 dernières années (qu'il s'agisse du niveau d'étude, de la densité de chercheurs, de l'intensité de R&D ou du nombre de brevets), les domaines prioritaires sont davantage liés à l'amélioration de la coordination et de la collaboration entre les différents acteurs du système national d'innovation, outre le renforcement de la responsabilité et l'amélioration de l'efficacité. En parallèle, les objectifs fixés par le gouvernement en vue d'accroître la croissance quantitative traduisent une ambition louable, même si certains objectifs semblent exagérément optimistes.

Pour tous les pays, le défi consiste à faire fonctionner conjointement les différents éléments du système national de l'innovation, plutôt que de les traiter comme des éléments disparates, tout en maintenant une flexibilité suffisante. Il est évident que le fait de mettre plus clairement l'accent sur une stratégie nationale d'innovation au plus haut niveau politique profiterait en particulier à l'Azerbaïdjan et à la Géorgie. L'Arménie, le Bélarus, la République de Moldova et l'Ukraine tireraient quant à eux un meilleur parti de leurs stratégies existantes en matière de STI s'ils s'attachaient de manière plus déterminée à combler les lacunes de l'environnement entrepreneurial.

Les sept pays du bassin de la mer Noire bénéficieraient d'une culture plus affirmée dans le domaine de l'évaluation des politiques de STI, même dans le cas de la Turquie, d'autant que son niveau d'investissement dans la R&D a considérablement augmenté ces dernières années. Cela aiderait également les pays à fixer et à poursuivre des objectifs et des cibles plus réalistes dans ce domaine.

Tous les pays devraient également redoubler d'efforts pour se rapprocher des bonnes pratiques internationales en matière de disponibilité, de qualité et d'actualité des données relatives à la STI. Cela est particulièrement vital pour la Géorgie et, dans une moindre mesure, pour l'Arménie et l'Azerbaïdjan.

Les pays du bassin de la mer Noire tendent, et cela se comprend, à se tourner plus ou moins exclusivement vers l'Union européenne, vers la Fédération de Russie ou vers les deux lorsqu'il est question de partenariats en science et en technologie ou de classements internationaux. Il serait utile qu'ils élargissent leurs horizons géographiques afin de se faire une meilleure idée de l'évolution des politiques et des performances scientifiques et technologiques dans d'autres économies de marché émergentes et d'autres pays en développement, dont certains deviennent des acteurs internationaux ou des innovateurs politiques incontournables. Les pays du bassin de la mer Noire devraient également être plus attentifs à ce qui se fait près de chez eux lorsqu'il s'agit de saisir des opportunités de coopération scientifique et d'apprendre des réussites et des échecs de chacun. Le présent chapitre s'est efforcé de les orienter dans cette direction.

OBJECTIFS PRINCIPAUX DES PAYS DE LA MER NOIRE

- Azerbaïdjan : doubler le PIB par habitant de manière à ce qu'il atteigne 13 000 dollars des États-Unis d'ici 2020 ;
- Azerbaïdjan : fournir à accès à Internet à tous les établissements d'enseignement et mettre au point des ressources d'enseignement gratuites en libre accès d'ici 2020 ;
- Bélarus : accroître le ratio DIRD/PIB de manière à ce qu'il atteigne 2,5 à 2,9 % du PIB d'ici 2015, contre 0,7 % en 2011 ;
- Turquie : accroître le ratio DIRD/PIB de manière à ce qu'il atteigne 3,0 % du PIB d'ici 2023, contre 0,9 % en 2011 ;
- Turquie : porter les DIRD industrielles de 43,2 % des dépenses totales de R&D en 2011 à 60,0 % d'ici 2018 ;
- Turquie : faire passer le nombre de chercheurs en équivalent temps plein de 72 000 en 2012 à 176 000 en 2018, soit plus du double.

RÉFÉRENCES

Banque mondiale (2014) *Country Partnership Strategy for Georgia*, FY2014 – FY2017.

Banque mondiale (2013) *Country Partnership Strategy for the Republic of Moldova*, FY 2011-2014.

Banque mondiale (2011) *Running a Business in Azerbaijan*. Note de pays n° 8 rédigée dans le cadre d'enquêtes auprès des entreprises.

Banque mondiale (2010) *Country Partnership Strategy for Azerbaijan for the Period FY 2011-2014*.

Bureau national d'audit (2014) *Effectiveness of Government Measures for Management of Science*. Performance Audit. Rapport n° N7/100, 24 mars. Tbilisi : Géorgie.

CE (2014) *Turkey Progress Report 2014*. Commission européenne : Bruxelles.

CENUE (2014) *Review of Innovation Development in Armenia*. Commission économique des Nations Unies pour l'Europe : Genève et New York.

CENUE (2013) *Examen du développement de l'innovation en Ukraine* (en russe). Commission économique des Nations Unies pour l'Europe : Genève et New York.

CENUE (2011) *Examen du développement de l'innovation au Bélarus* (en russe). Commission économique des Nations Unies pour l'Europe : Genève et New York.

Ciarreta, A. et Nasirov, S. (2012) *Development trends in the Azerbaijan oil and gas sector: Achievements and challenges. Energy Policy*, Vol. 40(C).

Cuciureanu, G. (2014) *Rapport Erawatch 2013 sur la République de Moldova*.

Dobrinsky, R. (2013) T*he National Innovation System of Azerbaijan in the Context of the Effective Development and Diffusion of Green Technologies. Présentation effectuée dans le cadre du Séminaire national conjoint sur le développement de l'industrie verte.* Astana, 23-25 octobre 2013.

Dumitrashko, M. (2014) *Principales étapes du développement scientifique en République de Moldova et difficultés rencontrées* (en russe). *Innovatsii*, 6.

Edelman Berland (2012) *GE Global Innovation Barometer 2013 – Focus on Turkey*. Voir http://files.publicaffairs.geblogs.com.

FAO (2012) *Eastern Europe and Central Asia Agroindustry Development Country Brief: Georgia*. Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture. Forum économique mondial (2013) The Human Capital Report. Forum économique mondial : Genève.

Gouvernement de l'Azerbaïdjan (2009) Azərbaycan Respublikasında 2009–2015-ci illərdəelmin inkişafı üzrəMilli Strategiya (Stratégie nationale pour le développement de la science en République d'Azerbaïdjan 2009-2015). Décret présidentiel n° 255 du 4 mai 2009.

Hasanov, A. (2012) *Review of the Innovation System in Azerbaijan*. Présentation effectuée dans le cadre de la conférence du Réseau de coopération internationale des pays d'Europe de l'Est et d'Asie centrale (IncoNet EECA) sur les nouveaux systèmes d'innovation, 14 mai, Vienne. Centre pour le transfert de technologies, Académie nationale des sciences de l'Azerbaïdjan.

HSE (2014) *Indicateurs scientifiques : données statistiques* (en russe). École des hautes études en sciences économiques : Moscou.

Işik, Y. (2012) *Economic developments in the EU and Turkey*. Tribune publiée dans la revue en ligne *ReflectionsTurkey*. Voir www.reflectionsturkey.com, décembre.

Melkumian, M. (2014) *Propositions pour améliorer l'efficacité du développement socioéconomique arménien* (en russe). *Mir Peremen*, 3 : p. 28-40.

Ministère du développement (2013) *Dixième plan de développement 2014-2018* (en turc – résumé disponible en anglais). Ministère du développement de la Turquie : Ankara. Voir www.mod.gov.tr.

Morgül, M. B. (2012) *Technoparcs et centres de R&D : défis et solutions* (en turc). *Anahtar*. Revue du Ministère de la science, de la technologie et de l'industrie, n° 286, octobre.

NSB (2014) *Science and Engineering Indicators 2014. National Science Board*. Fondation nationale pour la science : Arlington, Virginie (États-Unis).

OCDE (2014) *Études économiques de l'OCDE : Turquie 2014*. Organisation de coopération et de développement économiques : Paris.

OCDE (2012) *Études économiques de l'OCDE : Turquie 2012*. Organisation de coopération et de développement économiques : Paris.

OCDE et al. (2012) *SME Policy Index: Eastern Partner Countries 2012*. Organisation de coopération et de développement économiques, Commission européenne, Fondation européenne pour la formation, Banque européenne pour la reconstruction et le développement. Voir http://dx.doi.org/10.1787/9789264178847-en.

Rivera-Batiz, F. L. et Durmaz, M. (2014) *Why did Turkey's PISA Score Rise?* Centre de recherche économique et sociale de l'Université de Bahçesehir (BETAM), note de recherche 14/174, 22 octobre.

Şentürk, S. S. (2010) *Total Factor Productivity Growth in Turkish Manufacturing Industries: a Malmquist Productivity Index Approach*. Mémoire de master, Institut royal de technologie : Stockholm.

Serdaroğlu, T. (2013) *Ouverture financière et productivité multifactorielle en Turquie* (en turc). Thèse d'un expert en planification, Ministère du développement : Ankara.

Service national de la statistique (2014) *Science, technologie et innovation en Ukraine en 2013* (en ukrainien). Kiev.

Sonnenburg, J., Bonas, G. et Schuch, K. (dir.) (2012) *White Paper on Opportunities and Challenges in View of Enhancing the EU Cooperation with Eastern Europe, Central Asia and South Caucasus in Science, Research and Innovation*. Document préparé dans le cadre du septième programme-cadre de l'Union européenne et du Réseau de coopération internationale des pays d'Europe de l'Est et d'Asie centrale (IncoNet EECA). Centre international d'études sur la mer Noire : Athènes.

Soybilgen, B. (2013) *L'innovation en Turquie : la quantité l'emporte sur la qualité* (en turc). Note de recherche 13/148, Centre de recherche économique et sociale de l'Université de Bahçesehir (BETAM), 6 décembre. Voir http://betam.bahcesehir.edu.tr.

Tatalovic, M. (2014) *Report: Belarus Science Funding Goals 'Remain Elusive'*. Voir www.scilogs.com.

TÜBITAK (2013) *Science, Technology and Innovation in Turkey 2012*. Conseil pour la recherche scientifique et technologique : Ankara.

Walker, M. (2011) *PISA 2009 Plus Results: Performance of 15-years- olds in Reading, Mathematics and Science for 10 Additional Participants*. ACER Press : Melbourne.

Yegorov, I. (2013) *Rapport Erawatch 2012 sur l'Ukraine*. Voir http://erawatch.jrc.ec.europa.eu.

Zinchenko, N. S. (2013) L'Ukraine et les programmes-cadres de l'UE : expérience et perspectives (en ukrainien). *Problemy Nauki*, 2 : p. 13–18.

Deniz Eröcal, né en 1962 en Turquie, est un chercheur et consultant indépendant basé à Paris (France). Il est spécialisé dans l'étude des politiques et de l'économie dans les domaines de la science, de la technologie, de l'innovation et du développement durable. M. Eröcal a travaillé au sein de l'Organisation de coopération et de développement économiques pendant 20 ans. Il y a occupé plusieurs fonctions, dont celle de conseiller auprès du directeur de la science, de la technologie et de l'innovation. M. Eröcal est titulaire d'un Master en relations internationales délivré par la School of Advanced International Studies de l'Université Johns Hopkins (États-Unis).

Igor Yegorov, né en 1958 en Ukraine, est directeur adjoint de l'Institut d'économie et de prévision, rattaché à l'Académie nationale des sciences à Kiev. M. Yegorov est titulaire d'un doctorat en économie de la science et de la technologie délivré par l'Académie en 2006. Il participe à de nombreux projets parrainés par l'Union européenne dans les domaines de l'économie, de la science, de la technologie et de l'innovation en Ukraine. Il a également été consultant auprès de l'Institut de statistique de l'UNESCO pendant plusieurs années.

Augmenter le soutien à la recherche universitaire est aujourd'hui l'une des grandes priorités stratégiques des politiques de la Fédération de Russie en matière de science, de technologie, d'innovation et d'éducation.

Leonid Gokhberg et **Tatiana Kuznetsova**



La fusée Soyouz décolle du Kazakhstan vers la Station spatiale internationale.
Photo : © Vasily Smirnov/Shutterstock.com

13. Fédération de Russie

Leonid Gokhberg et Tatiana Kuznetsova

INTRODUCTION

Fin de la longue période de croissance basée sur les ressources

La Fédération de Russie est confrontée à plusieurs difficultés pour garantir les investissements nécessaires à la création de savoir et de technologies et en retirer des avantages socioéconomiques. Le *Rapport de l'UNESCO sur la science 2010* avait souligné que la crise financière mondiale de 2008 et la stagnation qu'elle avait entraînée aggravaient les faiblesses structurelles qui handicapaient la croissance de la Fédération de Russie, notamment des marchés insuffisamment concurrentiels et des obstacles persistants à l'entrepreneuriat. En dépit des quelques réformes intervenues depuis, ces difficultés se sont aggravées depuis mi-2014.

La croissance rapide de l'économie russe depuis 2000 était largement imputable au pétrole, au gaz naturel et à d'autres matières premières. Le pétrole et le gaz représentent à eux seuls plus de deux tiers des exportations et 16 % du PIB. Les prix élevés du pétrole ont permis d'améliorer le niveau de vie et d'accumuler d'importantes liquidités. La croissance s'est toutefois ralentie dans le sillage de la crise mondiale de 2008, et particulièrement après 2012 (tableau 13.1). Elle a connu une nouvelle détérioration depuis mi-2014, en raison de l'effondrement des cours mondiaux du pétrole entre juin et décembre cette année-là, auquel se sont ajoutées les sanctions économiques, financières et politiques imposées à la Fédération de Russie par l'Union européenne (UE), les États-Unis et plusieurs autres pays, en réponse aux évènements en Ukraine. Ce double phénomène a entraîné une hausse de l'inflation et une dépréciation du rouble, ainsi qu'un recul de la consommation. La fuite des capitaux est devenue un sujet majeur de préoccupation : d'après les dernières estimations, 110 milliards de dollars des États-Unis devraient quitter le pays en 2015. Le PIB a stagné en 2014 et le gouvernement prévoit une contraction de 2,5 % en 2015 avant le retour d'une croissance positive de 2,8 % en 2016.

Le gouvernement a été contraint de réduire ses dépenses et de puiser dans ses réserves de change pour soutenir l'économie, dans le cadre du plan anticrise qu'il a adopté en janvier 2015[1]. La situation économique et géopolitique difficile a également conduit le gouvernement à mettre en œuvre des réformes structurelles et institutionnelles essentielles dans l'optique de revitaliser et de diversifier l'économie. Dès le mois de septembre 2014, le Premier Ministre Dmitri Medvedev mettait en garde contre la tentation de réagir aux sanctions au moyen de mesures susceptibles de réduire la concurrence ou de renforcer le protectionnisme (Tass, 2014).

La croissance axée sur l'innovation est plus que jamais une urgence

Paradoxalement, la croissance économique rapide liée au boom des matières premières de la période 2000-2008 a plutôt eu un impact négatif sur l'inclination des entreprises à se moderniser et à innover. Dans le domaine des sciences, de la technologie et de l'innovation (STI), cela s'est traduit par une explosion des importations de technologies de pointe et par une dépendance technologique croissante vis-à-vis des pays développés dans certains secteurs, tels que les produits pharmaceutiques et l'équipement médical de haute technologie.

Ces dernières années, le gouvernement a cherché à inverser cette tendance en encourageant les entreprises, les instituts publics de recherche et les universités à innover. Près de 60 entreprises publiques ont dû mettre en œuvre des programmes spéciaux pour doper l'innovation. Leurs investissements en R&D ont ainsi doublé entre 2010 et 2014, passant en moyenne de 1,59 % à 2,02 % de leur chiffre d'affaires. La part de produits innovants dans leur chiffre d'affaires total est quant à elle passée de 15,4 % à 27,1 %. Les exportations de produits innovants ont également progressé, en particulier dans l'aéronautique, la construction navale et le secteur des produits chimiques, selon

1. Voir http://www.rg.ru/2015/01/28/plan-antikrizis-site.html.

Tableau 13.1 : **Indicateurs économiques de la Fédération de Russie, 2008-2013**

Changement par rapport à l'année précédente exprimé en pourcentage sauf indication contraire

	2000-2007*	2008	2009	2010	2011	2012	2013
PIB	7,2	5,2	-7,8	4,5	4,3	3,4	1,3
Indice des prix à la consommation	14,0	13,3	8,8	8,8	6,1	6,6	6,5
Indice de production industrielle	6,2	0,6	-10,7	7,3	5,0	3,4	0,4
Investissement en capital	14,0	9,5	-13,5	6,3	10,8	6,8	0,8
Exportations	21,0	34,6	-36,3	32,1	31,3	2,3	-0,8
Importations	24,2	29,4	-36,3	33,6	29,7	5,4	1,7
Bilan consolidé des finances publiques (% du PIB)	–	4,8	-6,3	-3,4	1,5	0,4	1,3
Dette extérieure (% du PIB)	–	2,1	2,9	2,6	2,1	2,5	2,7

*Taux de croissance annuel moyen.

Source : Rosstat (2014) ; Ministère des finances (2014) *Exécution du budget fédéral et système budgétaire de la Fédération de Russie*. Moscou.

le Ministère du développement économique et du commerce. Le gouvernement a notamment cherché à étoffer son offre de financement de la recherche par voie de concours pour les principales universités de recherche fédérales et nationales. Les instituts et les universités publiques ont également reçu des subventions pour commercialiser des nouvelles technologies et créer de petites entreprises innovantes (start-up). En parallèle, l'État a introduit des dispositifs visant à encourager la mobilité des universitaires et à permettre aux scientifiques et aux ingénieurs d'accéder à la meilleure formation possible. Par exemple, les instituts et les universités de recherche publics ont bénéficié de bourses pour inviter des scientifiques russes et étrangers de haut niveau à venir travailler sur leurs campus.

La nécessité d'une nouvelle économie

Compte tenu de la conjoncture actuelle, il est difficile de remédier aux faiblesses identifiées dans le *Rapport de l'UNESCO sur la science 2010*. Celles-ci portent notamment sur l'insuffisance de la protection de la propriété intellectuelle, l'obsolescence de la structure institutionnelle du secteur de la R&D, le manque d'autonomie des universités et la faiblesse relative des infrastructures de recherche et d'innovation. À cause de ces faiblesses chroniques, la Fédération de Russie risque de perdre encore plus de terrain sur les principaux pays développés. Conscients de cette perspective inquiétante, les décideurs politiques russes se sont montrés particulièrement favorables à une stratégie de relance et de développement axée sur la science, la technologie et l'innovation. Depuis 2010, les autorités russes ont adopté pas moins de 40 textes, dont plusieurs décrets présidentiels, visant à réglementer le secteur de la STI.

Dès 2012, le Président Poutine a reconnu la nécessité de se doter d'une nouvelle économie. « Il est inadmissible que l'économie de la Russie ne garantisse ni la stabilité, ni la souveraineté, ni un niveau de bien-être satisfaisant », a-t-il déclaré. « Nous devons instaurer un mécanisme efficace pour reconstruire l'économie et pour trouver et attirer les ressources humaines et matérielles nécessaires » (Poutine, 2012). Plus récemment, il a prôné un élargissement des programmes de substitution d'importations lors d'une intervention devant le Forum économique international de Saint-Pétersbourg en mai 2014. « La Russie a besoin d'une révolution technologique digne de ce nom, d'un véritable renouveau technologique, le plus important depuis 50 ans, et d'un rééquipement massif de nos entreprises », a-t-il déclaré.

En 2014 et 2015, des plans d'action ont été lancés dans différents secteurs industriels, afin de produire des technologies de pointe et de réduire la dépendance par rapport aux importations. Les produits ciblés incluent les machines-outils de haute technologie, les équipements pétroliers et gaziers, les machines de génie énergétique, les produits électroniques, les produits pharmaceutiques, les produits chimiques et les appareils médicaux. La loi fédérale sur la politique industrielle adoptée en 2014 comprend un ensemble complet de mesures de soutien aux entreprises : contrats d'investissement, subventions pour la R&D, marchés publics préférentiels pour les produits de technologie, normalisation, création de parcs et de pôles industriels, etc. Un Fonds pour le développement industriel a été créé la même année afin de soutenir les projets d'investissement les plus prometteurs parmi ceux lancés par les entreprises.

Les réformes mises en œuvre visent également, arguments à l'appui, à renforcer les partenariats avec des pays étrangers, tels que les autres BRICS – Afrique du Sud, Brésil, Chine et Inde – et d'autres économies à forte croissance. Lors du sixième sommet des BRICS au Brésil en 2014, les cinq pays partenaires ont établi la Nouvelle banque de développement, qui aura son siège à Shanghai, et signé un accord-cadre instaurant un fonds de réserve d'urgence commun, afin de ne pas dépendre uniquement de la Banque mondiale et du Fonds monétaire international en cas de coup dur, de protéger leurs économies et de renforcer leur position sur la scène internationale. Le fonds de réserve d'urgence est d'ores et déjà opérationnel ; il sera doté par les cinq partenaires pour un total de plus de 100 milliards de dollars des États-Unis, dont 18 milliards seront versés par la Fédération de Russie. Des mécanismes de financement sont en cours d'élaboration afin d'utiliser les ressources de la Nouvelle banque de développement pour soutenir des projets innovants.

La Fédération de Russie renforce également sa coopération avec les partenaires asiatiques de l'Organisation de coopération de Shanghai et de l'Union économique eurasienne, qui a été créée le 1er janvier 2015 avec le Bélarus et le Kazakhstan et s'est élargie depuis à l'Arménie et au Kirghizistan. En juillet 2015, la Fédération de Russie a successivement accueilli dans la ville d'Ufa, à l'est de Moscou, le sommet des BRICS puis un sommet de l'Organisation de coopération de Shanghai, au cours duquel l'adhésion de l'Inde et du Pakistan a été annoncée[2].

Un nouveau cadre pour la politique de l'innovation

En mai 2012, le Président Poutine a approuvé plusieurs décrets contenant des directives sur le développement de la STI. Ces décrets fixent des objectifs qualitatifs qui seront mesurés à l'aune de cibles quantitatives pour 2018 (tableau 13.2). Bien que le potentiel de développement en matière de STI soit relativement élevé, il peine à être exploité en raison de la faiblesse des investissements privés, de l'insuffisance de la productivité scientifique et de l'incomplétude des réformes institutionnelles. Le manque absolu de réceptivité à l'innovation et la faible demande de nombreuses entreprises en matière de découvertes scientifiques et de nouvelles technologies continuent de ralentir les progrès dans ce domaine. Toutes les parties prenantes du système de l'innovation en Russie, y compris les acteurs économiques, ont conscience que le pays doit rapidement procéder à des changements institutionnels et garantir une mise en œuvre plus efficace des politiques gouvernementales. D'autres goulets d'étranglement existent et risquent, à défaut d'être levés, de limiter considérablement l'existence des initiatives de l'État.

Depuis 2011, plusieurs documents stratégiques[2] ont identifié les grands axes à suivre en ce qui concerne les politiques nationales en matière de science et de technologie, ainsi que les mécanismes de mise en œuvre correspondants. Le rapport *Stratégie – 2020 : un nouveau cadre pour la politique de l'innovation*, rédigé par des experts russes et étrangers de premier plan, fournit un cadre général pour la promotion de la STI en Russie. Certaines de ses idées ont fait depuis l'objet de publications officielles et sont détaillées ci-dessous (Gokhberg et Kuznetsova, 2011a).

2. Il s'agit notamment du *décret présidentiel sur l'approbation des domaines de développement stratégiques relatifs à la science et la technologie et de la Liste des technologies essentielles* (2011), de la *Stratégie pour un développement innovant à l'horizon 2020* (2012), du *Programme national pour le développement de la science et de la technologie* 2013-2020 et du Programme fédéral axé sur les objectifs de R&D dans les domaines prioritaires du complexe scientifique et technologique russe (2012).

Tableau 13.2 : **Objectifs et cibles quantitatives à l'horizon 2018 des décrets présidentiels promulgués en mai 2012 en Fédération de Russie**

Décret	Objectifs	Cibles quantitatives à l'horizon 2018
Sur la politique économique à long terme (n° 596)	Accroître le rythme et la pérennité de la croissance économique et augmenter les salaires réels	Croissance de 150 % de la productivité du travail
	Acquérir une position de leader en matière de technologie	Augmenter de 130 % la part des industries de haute technologie dans le PIB
Sur les mesures de mise en œuvre de la politique sociale de l'État (n° 597)	Améliorer les conditions des employés dans le secteur social et scientifique	Porter le salaire moyen des chercheurs à 200 % du salaire moyen dans la région
Sur les mesures de mise en œuvre de la politique de l'État dans le domaine de l'éducation et de la science (n° 599)	Améliorer la politique de l'État dans les domaines de l'éducation et de la science et la formation des professionnels qualifiés, afin de répondre aux exigences de l'économie de l'innovation	Porter à 25 milliards de roubles le financement total des fondations scientifiques publiques Porter le ratio DIRD/PIB à 1,77 % (d'ici 2015)
	Améliorer l'efficacité et la performance du secteur de la R&D	Porter la part des DIRD exécutées par les universités à 11,4 % Porter à 2,44 % (d'ici 2015) la part mondiale des publications russes dans la plate-forme de recherche Web of Science.

TENDANCES EN MATIÈRE DE R&D

L'effort de R&D est principalement financé par le gouvernement

Les dépenses intérieures brutes de recherche et développement (DIRD) ont augmenté de près d'un tiers à prix constants entre 2003 et 2013. L'enveloppe budgétaire fédérale allouée à la R&D civile a même triplé[3]. Cependant, l'intensité de R&D est restée relativement stable : en 2013, les DIRD ont représenté 1,12 % du PIB, contre 1,15 % en 2004 et 1,25 % en 2009 (figure 13.1). Après des années de croissance régulière, les dépenses publiques de R&D ont légèrement baissé en 2010, dans le sillage de la crise financière mondiale de 2008-2009, mais elles ont retrouvé leur niveau antérieur depuis (figure 13.1). En 2012, le gouvernement s'est donné pour objectif de porter le ratio DIRD/PIB à 1,77 % d'ici fin 2015 (tableau 13.2), ce qui rapprocherait la Fédération de Russie de la moyenne des pays de l'UE, à savoir 1,92 % en 2012. En termes absolus, le financement public de la R&D s'est élevé à 34,3 milliards de dollars PPA en 2013, soit un niveau sensiblement équivalent à celui de l'Allemagne (32,1 milliards de dollars PPA) et du Japon (35,0 milliards de dollars PPA) [HSE, 2015a].

La faiblesse de l'apport financier de l'industrie à la R&D constitue une préoccupation constante. Malgré les efforts du gouvernement, la contribution de l'industrie aux DIRD a même baissé de 32,9 % en 2000 à 28,2 % en 2013 (figure 13.1). Ce secteur, qui englobe les entreprises privées, les entreprises d'État et les grands instituts de R&D industrielle, assure toutefois l'essentiel de la R&D : 60 % en 2013, contre 32 % pour les collectivités, 9 % pour l'enseignement supérieur et seulement 0,1 % pour le secteur privé à but non lucratif (HSE, 2015a).

La faible propension des entreprises à financer la R&D se reflète dans la part modeste que représente la R&D dans le total des dépenses liées à l'innovation : 20,4 % pour l'industrie dans son ensemble ; 35,7 % dans les secteurs de la haute technologie. En moyenne, la part des dépenses consacrées à la R&D est bien moindre que celle des dépenses consacrées à l'achat d'équipements et de machines (59,1 %). Dans les pays de l'UE, la situation est diamétralement opposée ; en Suède, le ratio est même de 5:1 et en Autriche et en France, de 4:1. En Russie, une faible part de l'investissement industriel sert à l'acquisition de technologies nouvelles (0,7 %), notamment de droits de brevet et de licences (0,3 %). Ce phénomène, commun à tous les secteurs d'activité, limite le potentiel technologique de la Fédération de Russie et sa capacité à produire des inventions véritablement innovantes (HSE, 2014b, 2015b). En règle générale, ce sont surtout les start-up technologiques et les entreprises innovantes à croissance rapide, dont les petites et moyennes entreprises (PME), qui produisent de nouvelles technologies et connaissances. Cependant, ce type d'entreprise est encore peu répandu dans la Fédération de Russie.

La recherche fondamentale et la croissance verte sont des priorités secondaires

La figure 13.1 montre que les dépenses de R&D témoignent d'un souci de répondre aux besoins de l'industrie plus marqué qu'en 2008, au détriment de la recherche non ciblée (fondamentale) ou « progrès général de la recherche » pour reprendre la terminologie des statistiques officielles. La part de la R&D allouée aux questions de société a légèrement augmenté mais reste modeste. La maigre part de la R&D directement dédiée aux problèmes environnementaux s'est encore réduite, et celle consacrée à la recherche énergétique est restée constante. Cette évolution est décevante, compte tenu de l'intérêt croissant dans le monde pour les technologies durables. Du reste, elle est également surprenante, le gouvernement ayant adopté depuis quelques années plusieurs politiques dans le cadre d'un plan d'action pour une croissance verte durable, lequel est aligné sur la stratégie de l'Organisation de coopération et de développement économiques intitulée *Vers une croissance verte* (OCDE, 2011).

3. À prix courants, les DIRD ont été multipliées par 4,4 et les dépenses fédérales de R&D civile par 10.

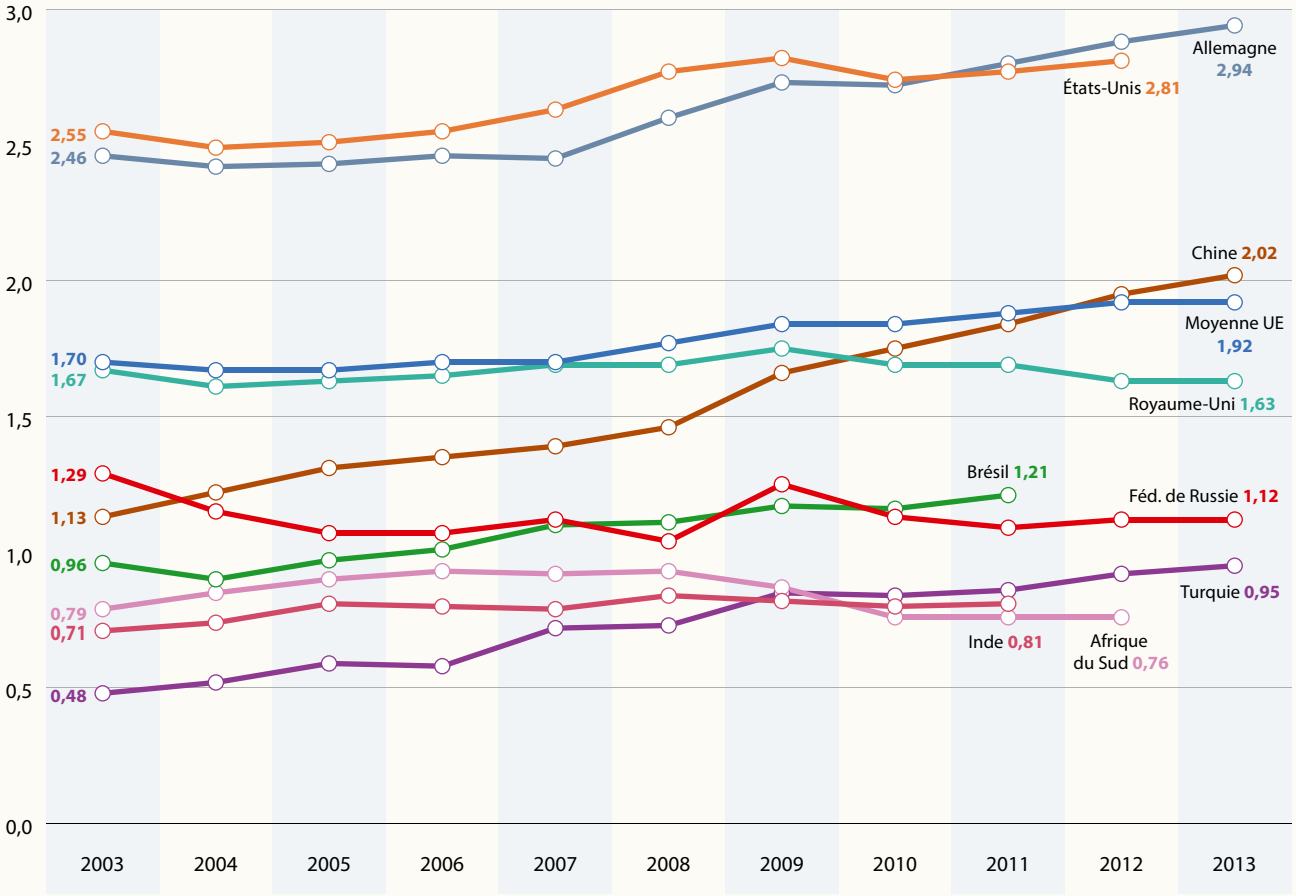
Figure 13.1 : **Tendances en matière de DIRD en Fédération de Russie, 2003-2013**

1,29 %
Ratio DIRD/PIB de la Russie en 2003

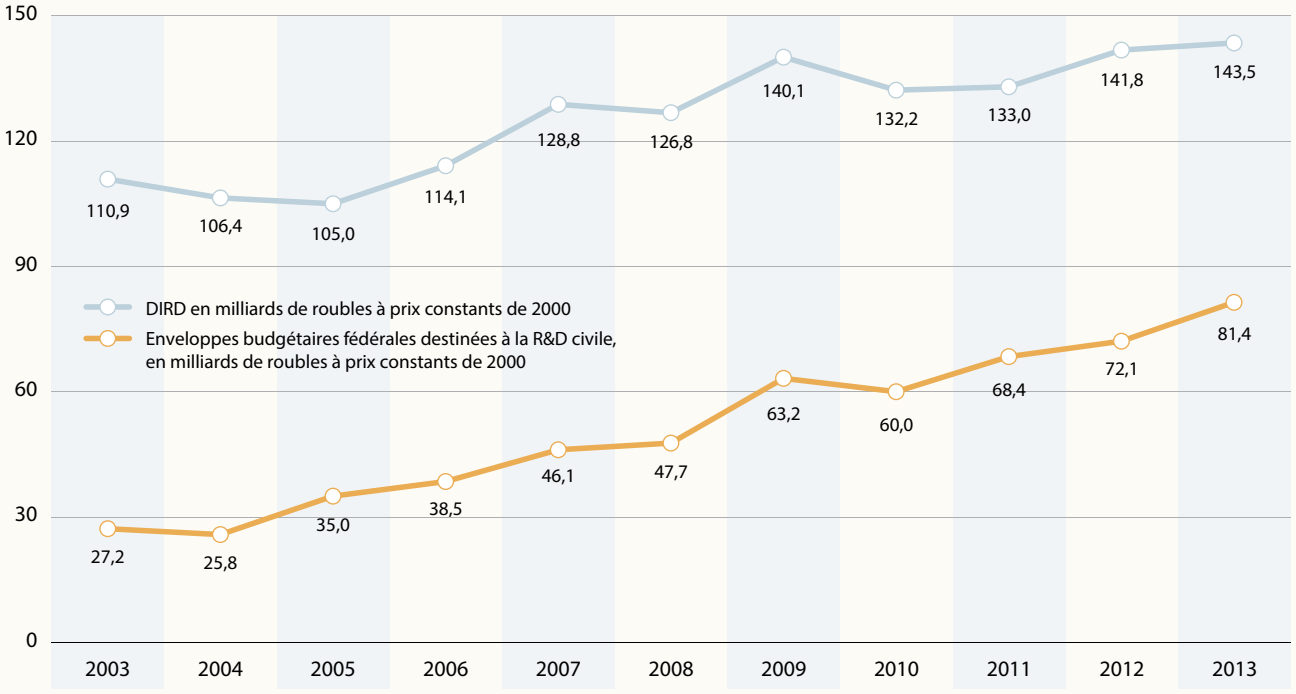
1,12 %
Ratio DIRD/PIB de la Russie en 2013

L'intensité de R&D de la Fédération de Russie n'a pas progressé au cours de la dernière décennie

Les données des autres pays sont indiquées à titre de comparaison

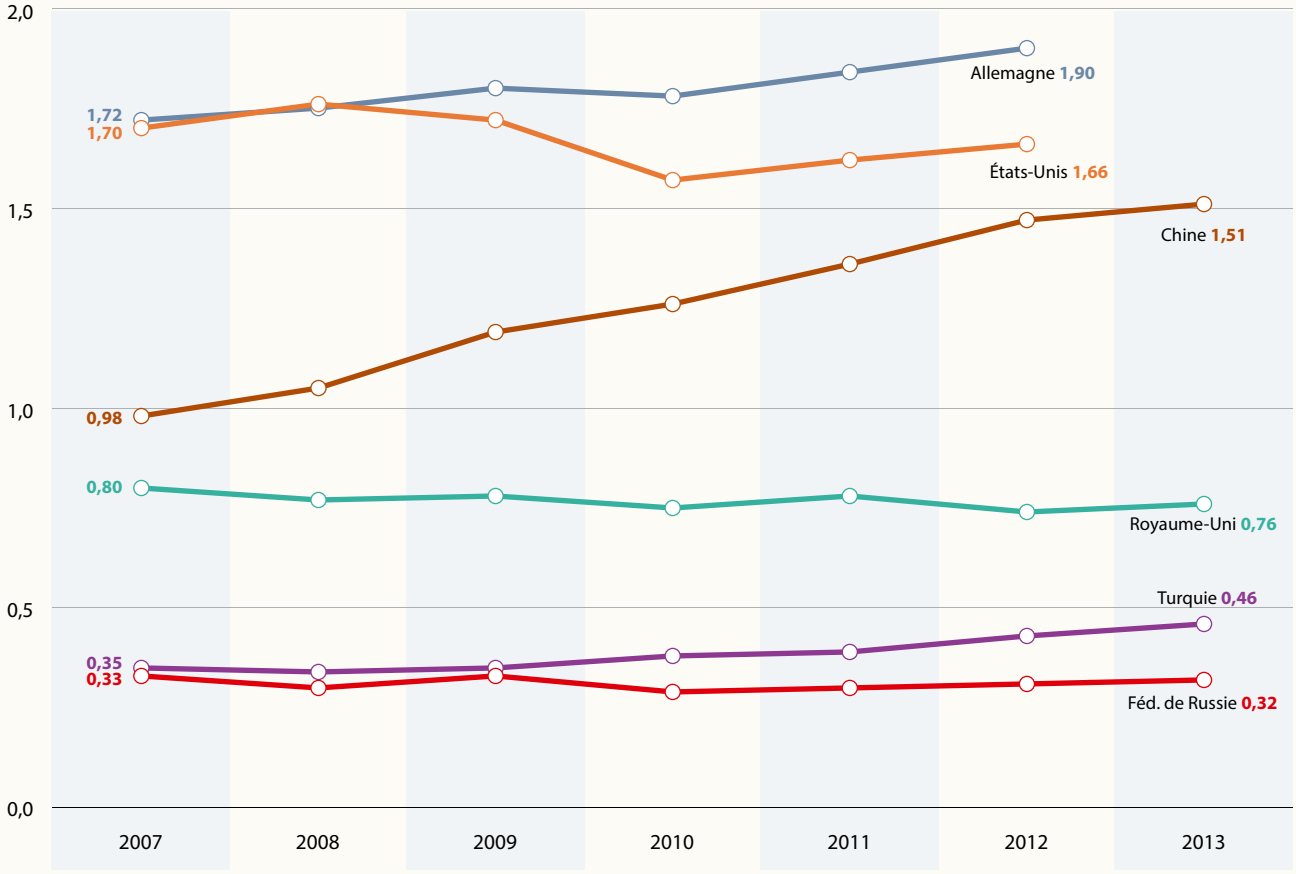


Le budget fédéral de R&D civile a triplé entre 2003 et 2013



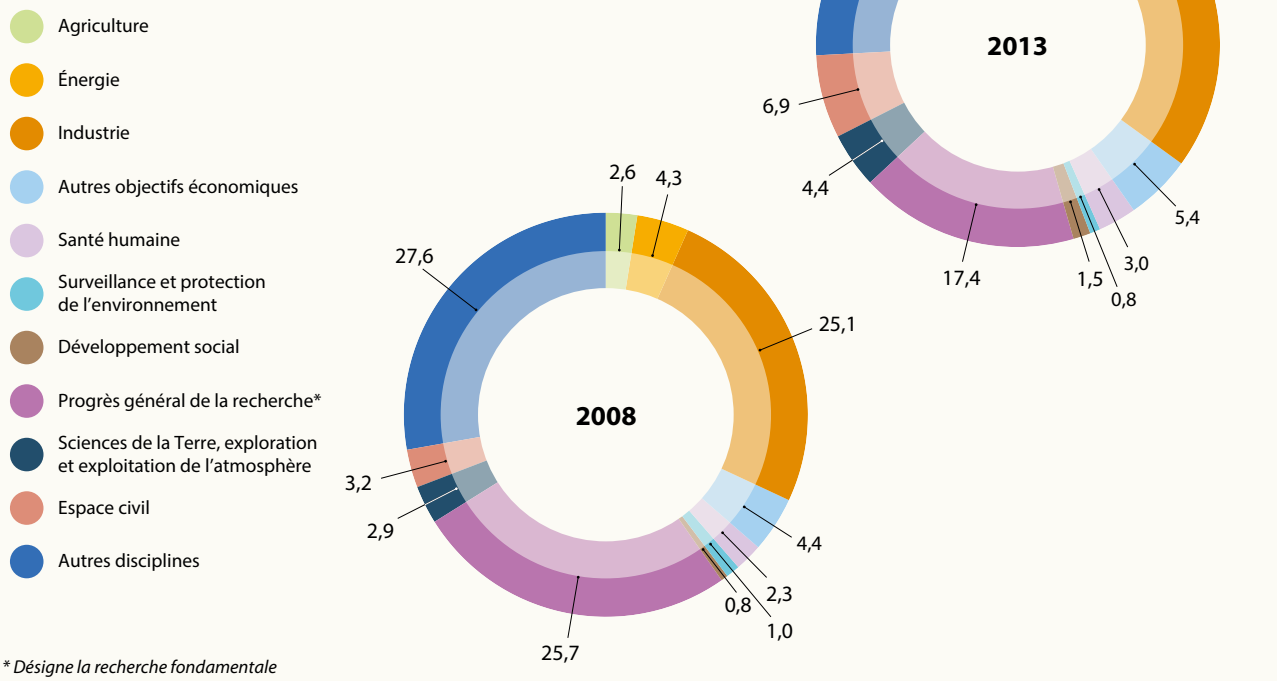
La faible part de la R&D financée par l'industrie est une préoccupation constante

Part du PIB, les autres pays sont présentés à titre comparatif



Une part accrue des crédits alloués à la R&D vise à répondre aux besoins de l'industrie, au détriment de la recherche fondamentale

Ventilation des dépenses de R&D en Fédération de Russie par objectif socioéconomique, 2008 et 2013 (%)



** Désigne la recherche fondamentale*

Source : HSE (2015a) ; Principaux indicateurs de la science et de la technologie de l'OCDE, mai 2015 ; pour le Brésil et l'Inde : Institut de statistique de l'UNESCO.

En 2009, le gouvernement russe a adopté un document intitulé *Priorités stratégiques de l'État pour augmenter l'efficacité énergétique dans le secteur de l'ingénierie électrique grâce à l'utilisation de sources d'énergie renouvelable*, qui couvre la période allant jusqu'à 2020. Puis, en 2012, il a adopté un document intitulé *Principes de la politique de l'État concernant le développement écologique de la Fédération de Russie*, qui couvre la période allant jusqu'en 2030. Les questions liées à la croissance verte et au progrès social en Fédération de Russie sont traitées par l'intermédiaire de quatre plates-formes technologiques dédiées : combustible efficace et propre ; technologies pour le développement écologique ; Biotech 2030 ; bioénergie. Ces plates-formes cordonnent les activités menées par l'industrie, les centres de recherche et les universités afin de promouvoir la R&D et la technologie dans les domaines concernés. Bien entendu, prises dans leur ensemble, ces mesures ne représentent que la première étape sur le chemin qui mène à une croissance durable.

Le niveau jusqu'ici modeste de l'investissement dans les technologies durables peut s'expliquer en grande partie par le peu d'intérêt que le secteur des entreprises porte à la croissance verte. Les données empiriques montrent que 60 à 90 % des entreprises russes n'utilisent pas de technologies de pointe sobres à usage général ni aucune des nouvelles technologies de production d'énergie, et qu'elles n'envisagent pas de le faire à court terme. Seule une entreprise innovante sur quatre (26 %) produit des inventions dans le secteur environnemental. Même les entreprises qui ont recours à des inventions écologiques (technologies économes en énergie, etc.) n'obtiennent quasiment aucun avantage concurrentiel sur le marché intérieur. La plupart des entreprises dirigent leurs efforts vers la réduction de la pollution de l'environnement, afin de se mettre en conformité avec les normes gouvernementales. Seules quelques-unes d'entre elles recyclent leurs déchets ou remplacent certaines matières premières ou autres par des produits plus écologiques. Par exemple, seules 17 % des entreprises ont mis en place des systèmes de contrôle de la pollution de l'environnement (estimations de l'HSE ; HSE, 2015b). Partant de ce constat, le gouvernement a adopté une série de règlements entre 2012 et 2014 qui encouragent le recours aux meilleures technologies disponibles pour réduire les déchets environnementaux, réaliser des économies d'énergie et mettre à niveau les technologies par le biais de différentes mesures incitatives positives (crédits d'impôt, certification et normalisation, par exemple) et négatives (amendes pour dommages environnementaux ou surcoûts énergétiques, par exemple).

Stagnation de la productivité scientifique

La production scientifique stagne ces dernières années (figure 13.2). Par ailleurs, le taux moyen de citation d'articles (0,51) est exactement inférieur de moitié au taux moyen des pays du G20. Les scientifiques russes publient essentiellement dans le domaine de la physique et de la chimie, ce qui reflète à la fois les atouts traditionnels du pays mais aussi une certaine dépendance à l'égard d'une recherche menée en vase clos, même si la proportion des articles copubliés avec un auteur étranger a atteint un tiers des publications entre 2008 et 2014.

Bien que le nombre de dépôts de brevet soit relativement élevé et qu'il ait augmenté de 12 % par rapport à 2009 (les résidents ont déposé 28 756 demandes en 2013, ce qui place la Fédération de Russie au sixième rang mondial), le pays ne se classe que 20e dans le monde pour le nombre de demandes par million d'habitants : 201. De plus, 70 % des demandes de brevets déposées par des inventeurs russes ne portent que sur des améliorations mineures de technologies existantes. Cela suggère, de manière générale, que le secteur de la R&D n'est pas en mesure de fournir aux entreprises des technologies compétitives et rentables en vue d'applications pratiques, ou de fournir le soutien nécessaire au développement des nouvelles technologies.

L'innovation se limite en grande partie au marché intérieur

La transition de la Fédération de Russie vers une économie de marché en a fait une destination attractive pour les technologies étrangères. Entre 2009 et 2013, le nombre de demandes de brevets déposées en Fédération de Russie par des inventeurs étrangers a augmenté de 17 % pour atteindre 16 149 (HSE, 2015a ; HSE, 2014b). Le nombre de demandes déposées par des inventeurs russes a augmenté moins rapidement. En conséquence, le coefficient de dépendance technologique a augmenté : le ratio demandes de brevets déposées en Fédération de Russie par des étrangers/des résidents nationaux est passé de 0,23 en 2000 à 0,56 en 2013. Si l'on prend en compte le faible nombre de demandes de brevets déposées à l'étranger par des inventeurs russes, les décideurs politiques ne peuvent qu'être alertés quant à la compétitivité des technologies russes sur le marché mondial.

Moins de 3 % des transferts de technologies se font par le biais des exportations. Les titres de propriété intellectuelle ne représentent qu'environ 3,8 % des exportations de technologie[4] et seules 1,4 % des entreprises qui font de la R&D tirent des recettes de ce type d'exportations. Ces dernières n'ont rapporté que 0,8 milliard de dollars des États-Unis en 2013, soit à peu près le même montant que les années précédentes, alors qu'elles s'élèvent à 2,6 milliards de dollars des États-Unis au Canada, 5,3 milliards en République de Corée et 120,4 milliards aux États-Unis (HSE, 2015a). L'adhésion de la Fédération de Russie à l'Organisation mondiale du commerce en 2012 devrait lui permettre d'augmenter les transferts de technologies par le biais des exportations, et les recettes associées.

TENDANCES EN MATIÈRE DE RESSOURCES HUMAINES

Le personnel de soutien représente 40 % des effectifs de la recherche

Bien que la Fédération de Russie occupe la 49e place dans l'Indice mondial de l'innovation 2014 et la 30e place dans le sous-indice du capital humain et de la recherche (Université Cornell *et al.*, 2014), la concurrence internationale pour attirer les talents s'intensifie. La Fédération de Russie est plus que jamais confrontée à la nécessité urgente de former des professionnels dont les compétences et les comportements correspondent à la stratégie de développement du pays. Des politiques ont été adoptées ces dernières années pour s'attaquer à ce problème pressant.

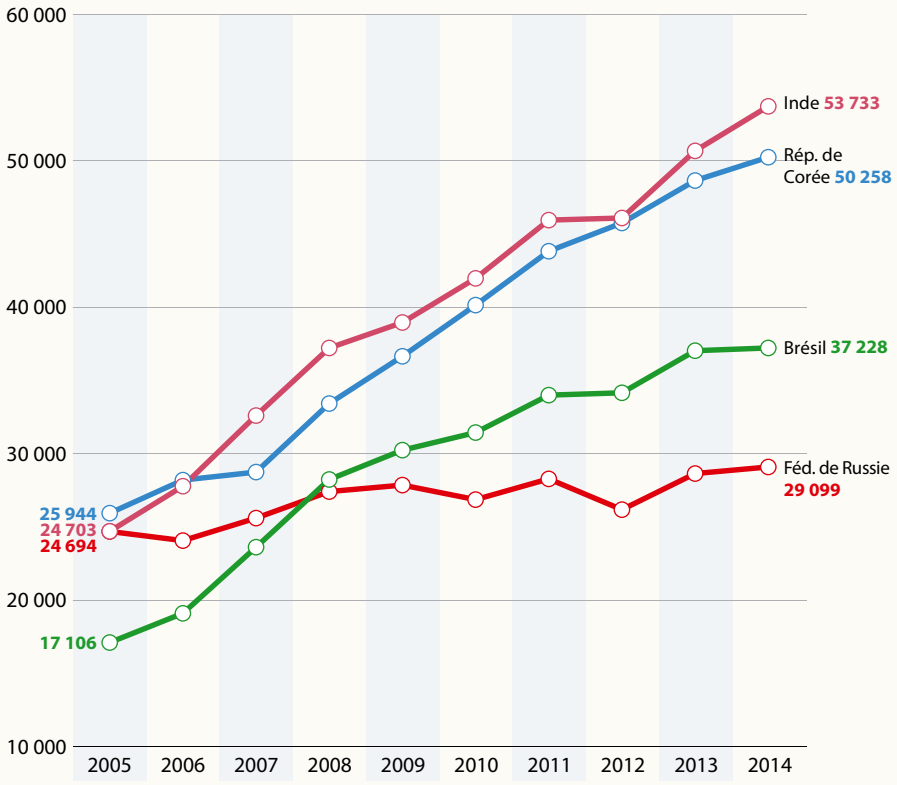
En 2013, on comptait 727 029 personnes employées dans le secteur de la R&D, en incluant les chercheurs, les techniciens et le personnel de soutien. Les chercheurs représentent 1 % de la main-d'œuvre, ou 0,5 % de la population totale. En chiffres

4. Ces statistiques officielles se fondent sur la balance des paiements technologiques.

Figure 13.2 : **Tendances en matière de publications scientifiques en Fédération de Russie, 2005-2014**

Le nombre de publications russes augmente assez lentement depuis 2005

Les chiffres d'autres grandes économies émergentes sont donnés à titre de comparaison



L'impact des publications est faible

0,51

Taux moyen de citation des publications scientifiques russes, 2008-2012. La moyenne pour le G20 est de 1,02.

3,8 %

Proportion d'articles russes parmi les 10 % les plus cités, 2008-2012. La moyenne pour le G20 est de 10,2 %.

33,0 %

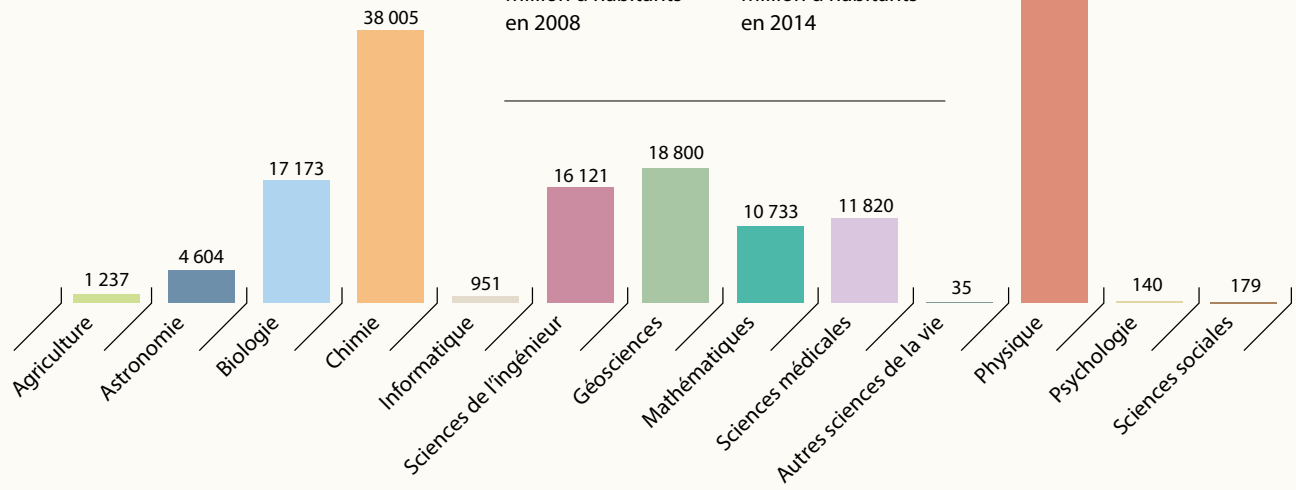
Pourcentage d'articles russes ayant au moins un coauteur étranger, 2008-2014. La moyenne pour le G20 est de 24,6 %.

Les publications scientifiques russes concernent surtout la physique et la chimie

Totaux cumulés par discipline, 2008-2014

191
Publications par million d'habitants en 2008

204
Publications par million d'habitants en 2014



Remarque : Sont exclues des totaux 18 748 publications non indexées.

L'Allemagne et les États-Unis sont les principaux partenaires de la Fédération de Russie

Principaux partenaires étrangers, 2008-2014 (nombre d'articles)

	1er partenaire	2e partenaire	3e partenaire	4e partenaire	5e partenaire
Féd. de Russie	Allemagne (17 797)	États-Unis (17 189)	France (10 475)	Royaume-Uni (8 575)	Italie (6 888)

Source : Plate-forme de recherche Web of Science de Thomson Reuters, Science Citation Index Expanded ; traitement des données par Science-Metrix.

absolus, la Fédération de Russie fait partie des leaders mondiaux pour ce qui est des effectifs de R&D, le pays n'étant devancé que par les États-Unis, le Japon et Chine. Cependant, les effectifs de R&D présentent un déséquilibre, aussi bien en termes de dynamique qu'en fait de structure. Les chercheurs (en personnes physiques) représentent un peu plus de la moitié du personnel de R&D (369 015), le personnel de soutien 41 % et les techniciens seulement 8,4 %. La proportion importante du personnel de soutien peut s'expliquer par la prééminence des instituts de R&D, qui ont toujours eu tendance à fonctionner indépendamment des universités et des entreprises et se caractérisent par des services à forte intensité de main-d'œuvre (entretien des locaux, gestion des finances). La Fédération de Russie occupe le 21e rang mondial en ce qui concerne le nombre de personnes engagées dans la R&D pour 10 000 employés mais le 29e rang pour le nombre de chercheurs. Plus des deux tiers des effectifs de R&D sont employés par des organismes d'État (HSE, 2015a).

Dans le *Rapport de l'UNESCO sur la science 2010*, nous avions signalé une inversion inquiétante de la pyramide des âges de la population travaillant dans le secteur de la recherche[5]. Entre 2010 et 2013, des signes d'amélioration ont pu être observés. La proportion de chercheurs âgés de moins de 40 ans a dépassé la barre des 40 % et s'est stabilisée à ce niveau. Cette tendance reflète une croissance absolue dans deux groupes d'âge : les scientifiques de moins de 30 ans et ceux âgés de 30 à 39 ans. Après une longue période de croissance, la part des chercheurs âgés de plus de 60 ans s'est finalement stabilisée ces dernières années autour du seuil des 25 % (HSE, 2015a).

Revaloriser les salaires des chercheurs pour doper la productivité

En 2012-2013, plusieurs feuilles de route ont été adoptées pour améliorer l'attractivité des carrières dans la recherche, en vue de stimuler la productivité, de redresser la pyramide des âges et de renforcer l'impact économique de la recherche. Ces documents ont introduit un nouveau système de rémunération, principalement pour les chercheurs employés par les universités et les instituts de recherche publics. Les indicateurs de progrès correspondants ont été établis par le décret présidentiel sur les mesures de mise en œuvre de la politique sociale de l'État (2012). Quant au calendrier de mise en œuvre, il est supervisé par le gouvernement.

Le plan d'action a pour objectif d'augmenter les salaires des chercheurs pour les porter à au moins 200 % du salaire moyen de la région où ils sont installés à l'horizon 2018. Des plans similaires existent pour augmenter les salaires des enseignants dans les universités et les autres établissements d'enseignement supérieur. À l'heure actuelle, les instituts de recherche et les universités reçoivent des subventions annuelles prélevées sur le budget fédéral pour leur permettre d'augmenter les salaires, à l'instar des écoles secondaires, des hôpitaux et des organismes de gestion de la sécurité sociale. Le salaire moyen des chercheurs russes est relativement élevé dans les grands pôles de recherche comme la région de Moscou[6], ce qui contribue à la répartition inégale du potentiel de R&D dans le pays. C'est précisément dans ces pôles que la réalisation de l'objectif mentionné plus haut risque d'être problématique, car la hausse de salaires déjà relativement généreux impliquerait l'octroi d'importantes rallonges budgétaires à la R&D. Quelle que soit leur situation, toutes les régions risquent d'avoir du mal à atteindre la cible des 200 %, compte tenu des difficultés budgétaires et du ralentissement de la mise en œuvre de la réforme institutionnelle dans le secteur de la R&D. Il convient de noter le point suivant (Gerschman et Kuznetsova, 2013) :

> *Afin d'éviter que l'augmentation du salaire des chercheurs ne devienne un objectif en soi, sans réelle prise en compte de leur performance et de l'impact socioéconomique de leur travail, le plan d'action introduit également des mécanismes de rémunération liée à la performance, laissant entendre que la productivité des chercheurs sera régulièrement évaluée.*

Un adulte sur quatre est titulaire d'un diplôme universitaire

La Fédération de Russie affiche depuis longtemps un niveau d'enseignement relativement élevé. Ces dernières années, l'intérêt pour les diplômes de l'enseignement supérieur ne s'est pas démenti. Au contraire, un étudiant russe passe en moyenne 15,7 ans dans le système éducatif en 2013, contre 13,9 ans en 2000. D'après le recensement de la population de 2010, plus de 27 millions de personnes âgées de plus de 15 ans détiennent un diplôme universitaire (soit 23 % de la population adulte) contre 19 millions en 2002 (16 %). La proportion est même de 28 % chez les 20-29 ans, même si elle a diminué depuis 2002 (32 %). La proportion globale de la population ayant suivi sous une forme ou une autre un cursus d'enseignement supérieur (y compris les personnes qui détiennent des qualifications autres que des diplômes) atteint 55 %, soit un niveau très supérieur aux autres membres de l'OCDE. Par ailleurs, le nombre de personnes inscrites dans l'enseignement supérieur pour 1 000 habitants a fortement augmenté au cours de la dernière décennie, passant de 162 en 2002 à 234 en 2010.

L'augmentation du taux d'inscription dans l'enseignement supérieur peut s'expliquer en partie par la croissance, ces dernières années, du budget de l'éducation (figure 13.3). Les dépenses fédérales consacrées à l'enseignement supérieur sont restées stables, autour de 0,7 % du PIB et 3,7 % du budget fédéral. En revanche, les dépenses publiques pour le secteur de l'éducation dans son ensemble ont atteint 4,3 % du PIB, soit 11,4 % du budget consolidé (budget fédéral et des régions). Ainsi, les dépenses par étudiant ont doublé depuis 2005 (HSE, 2014a, 2014d).

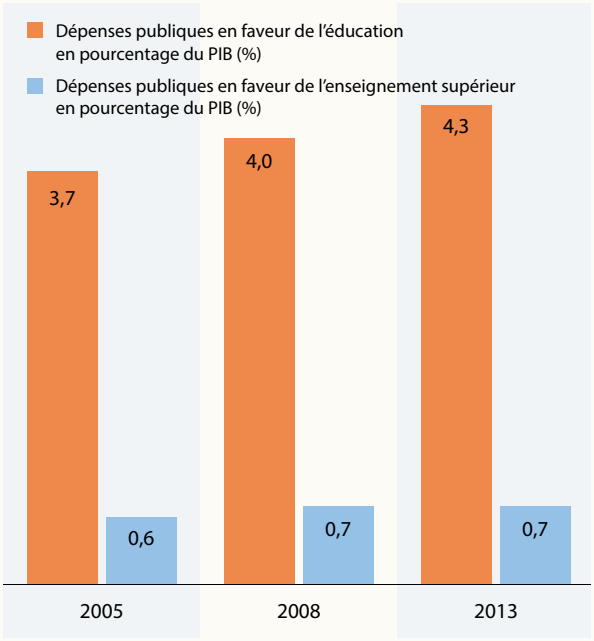
La formation des scientifiques devient une des missions centrales des universités de recherche

Au titre de l'année universitaire 2013-2014, 5,6 millions d'étudiants étaient inscrits dans les établissements d'enseignement supérieur du pays, dont 84 % de structures d'État. Parmi eux, 2,8 % étudiaient les sciences naturelles, la physique et les mathématiques, plus de 20 % avaient choisi l'ingénierie, 31 % l'économie et la gestion et 20 % les sciences humaines.

5. Entre 2002 et 2008, le nombre absolu de chercheurs âgés de 70 ans et plus a augmenté. Parallèlement, les effectifs des groupes d'âge considérés comme plus créatifs, à savoir les 40-49 ans et les 50-59 ans, ont diminué de près de 58 % et de 13 % respectivement. En 2008, la moyenne d'âge des chercheurs était de 49 ans, contre une moyenne d'âge de 40 ans pour l'ensemble de la population active.

6. Environ 60 % des chercheurs russes travaillent dans et autour de la capitale et à Saint-Pétersbourg. Six autres régions concentrent 20 % des chercheurs : Nizhny Novgorod, Ekaterinbourg, Novossibirsk, Rostov, Tyumen et Krasnodar.

Figure 13.3 : **Dépenses publiques dans l'éducation en Fédération de Russie, 2005, 2008 et 2013**



Source : HSE (2014a, 2014d).

Les programmes de troisième cycle à l'issue desquels est décerné un diplôme de « candidat ès sciences » (équivalent d'un doctorat) mènent au diplôme de « docteur ès sciences », le diplôme scientifique le plus élevé. En 2013, quelque 1 557 établissements proposaient des programmes de troisième cycle en science et ingénierie, dont près de la moitié (724) étaient des universités et d'autres établissements d'enseignement supérieur, et le reste des instituts de recherche. Environ 38 % de ces établissements (585) offraient également des programmes de doctorat, dont 398 universités. Les femmes représentaient un peu moins de la moitié (48 %) des 132 002 étudiants de troisième cycle et des 4 572 doctorants en science et ingénierie. La plupart des étudiants de troisième cycle (89 %) et des candidats au diplôme de « docteur ès sciences » spécialisés dans les disciplines scientifiques étudient dans une université. La prééminence des universités au niveau du troisième cycle n'est certes pas nouvelle, mais la proportion des étudiants inscrits en troisième cycle dans un institut de recherche était presque trois fois plus élevée au début des années 1990 (36,4 % en 1991) qu'aujourd'hui. Cela signifie que la formation de scientifiques hautement qualifiés devient de plus en plus une mission essentielle des universités russes. Les disciplines générales les plus populaires pour les études de troisième cycle sont l'ingénierie, l'économie, le droit, la médecine et la pédagogie.

Doper la recherche universitaire est une priorité absolue

Le secteur de l'enseignement supérieur possède une longue tradition de recherche qui remonte à l'Union soviétique. Environ 7 universités sur 10 font de la R&D aujourd'hui, contre 5 sur 10 en 1995 et 4 sur 10 en 2000, comme le notait le *Rapport de l'UNESCO sur la science 2010*. Cependant, les universités continuent d'occuper une place relativement modeste s'agissant de la production de savoirs nouveaux : en 2013, elles n'ont réalisé que 9 % des DIRD. Bien qu'en hausse de deux points par rapport à 2009 (7 %) et équivalent à ce que connaît la Chine (8 %), ce chiffre place la Fédération de Russie derrière les États-Unis (14 %) ou l'Allemagne (18 %). Si la proportion du personnel universitaire engagé dans des activités de R&D reste insuffisante, la situation s'est améliorée ces dernières années : la part de professeurs et de personnel enseignant menant des travaux de recherche est passée de 19 % en 2010 à 23 % en 2013 (HSE, 2014a, 2015a).

Augmenter le soutien à la recherche universitaire est aujourd'hui l'une des grandes priorités stratégiques des politiques de la Fédération de Russie en matière de science, de technologie, d'innovation et d'éducation. Ce processus est en cours depuis au moins une décennie. L'une des premières étapes a été le Projet national prioritaire pour l'éducation, lancé en 2006. Au cours des deux années suivantes, 57 établissements d'enseignement supérieur ont reçu des subventions, financées par le budget fédéral et accordées par voie de concours, afin de mettre en œuvre des programmes éducatifs innovants et des projets de recherche de haute qualité, ou pour acquérir de l'équipement pour la recherche.

Entre 2008 et 2010, 29 établissements ont reçu le label convoité d'« université de recherche nationale ». L'objectif est de faire de ces 29 universités des centres d'excellence. En parallèle, huit universités fédérales vont devenir des établissements de référence pour le système éducatif de leur région respective. Ce statut leur permet de bénéficier d'un important soutien du gouvernement, en échange duquel elles s'engagent à respecter des normes de qualité exigeantes en matière de recherche, d'éducation et d'innovation.

À l'heure actuelle, l'ampleur et les principales orientations du soutien accordé à l'enseignement supérieur sont déterminées par le décret présidentiel sur les mesures de mise en œuvre de la politique de l'État dans le domaine de l'éducation et de la science (2012) et le Programme d'État pour le développement de l'éducation (2013-2020)[7]. Le décret présidentiel prévoit que la part des universités dans les DIRD passera de 11,4 % en 2015 à 13,5 % en 2018 (tableau 13.2). De plus, le niveau d'engagement du personnel universitaire dans la R&D est devenu un critère majeur pour l'évaluation des compétences et la promotion professionnelle.

TENDANCES EN MATIÈRE DE GOUVERNANCE DE LA STI

L'enseignement supérieur doit s'adapter aux besoins de l'économie

Malgré la réussite indéniable des efforts consentis ces dernières années pour doper la recherche universitaire, l'écart persistant entre la structure et la qualité de la formation professionnelle, d'un côté, et les besoins de l'économie, de l'autre, constitue un problème urgent à régler (Gokhberg *et al.*, 2011 ; Kuznetsova, 2013). Cet écart se reflète non seulement dans la composition des programmes, des spécialisations et des diplômes de second cycle, mais aussi dans l'échelle relativement modeste et le faible niveau de la recherche appliquée, du développement expérimental et de l'innovation au sein des universités.

7. Ce programme fournit aux écoles, collèges-lycées et universités un financement conséquent pour l'achat d'équipement, octroie des subventions aux meilleurs lycées techniques et écoles secondaires, finance le perfectionnement des enseignants, etc.

L'une des plus importantes mesures de modernisation de l'enseignement supérieur prises ces dernières années a été l'adoption en 2012 de la loi fédérale sur l'éducation. Ce texte trace les grandes lignes d'un système moderne en conformité avec les pratiques et les normes internationales. Il prévoit en outre des améliorations en matière de programmes et de technologies d'enseignement, ainsi que l'adoption de nouvelles méthodes pédagogiques et de nouvelles approches liées au développement expérimental et à l'innovation.

Aligner les diplômes sur le processus de Bologne

Conformément à la *Déclaration de Bologne* (1999), qui a lancé le processus de création d'un Espace européen de l'enseignement supérieur, les différents échelons du système russe d'enseignement supérieur ont été alignés sur la Classification internationale type de l'éducation, selon les modalités suivantes :

- Au niveau du premier cycle universitaire, le diplôme de licence ;
- Au niveau du deuxième cycle universitaire, une formation spécialisée débouchant sur un diplôme ou un diplôme de master ;
- Des études de troisième cycle pour le personnel universitaire conduisant à un diplôme de candidat ès sciences, équivalent d'un doctorat.

La nouvelle législation a relevé les normes applicables au doctorat et rendu le processus plus transparent. Les consortiums d'universités et la mise en réseaux des établissements sont désormais pris en compte dans les programmes d'enseignement et les universités ont été autorisées à créer de petites entreprises innovantes pour commercialiser les résultats de leurs travaux de recherche. Les étudiants peuvent également solliciter des bourses ou des prêts dédiés pour financer leur formation.

De nouveaux mécanismes de financement pour stimuler la formation et la recherche

Le Programme « 5/100 »[8] a été adopté en 2013 pour augmenter la compétitivité mondiale des universités russes, avec pour objectif que cinq d'entre elles figurent parmi les 100 meilleures (d'où le nom du programme) et le reste entre la 100e et la 200e place des classements internationaux des universités. Entre 2013 et 2015, 15 grandes universités[9] ont été sélectionnées par voie de concours pour bénéficier de subventions spécialement destinées à améliorer leur compétitivité à l'échelle mondiale dans les domaines des sciences et de l'éducation. Ce programme a bénéficié d'un budget de 10 milliards de roubles (environ 175 millions de dollars É.-U.) pour la période 2013-2014 et de 40 milliards de roubles pour la période 2014-2016. Les bénéficiaires ont été sélectionnés sur la base des critères suivants : production en matière de publications, collaboration internationale pour la recherche, mobilité des chercheurs et qualité des programmes stratégiques. Ces 15 universités sont soumises à une évaluation annuelle de leurs performances.

Le Programme présidentiel de perfectionnement des ingénieurs a été lancé en 2012. Il propose des programmes et des stages de formation dans les principaux établissements d'ingénierie et de recherche en Fédération de Russie et à l'étranger, avec une préférence pour les industries stratégiques. Entre 2012 et 2014, le programme a permis à 16 600 ingénieurs d'augmenter leur niveau de qualification et à 2 100 d'entre eux d'étudier à l'étranger ; 96 établissements d'enseignement supérieur situés dans 47 régions ont participé au programme. Ce dernier a eu pour « clients » 1 361 entreprises industrielles qui ont profité de cette occasion pour nouer des partenariats sur le long terme avec des établissements d'enseignement supérieur[10].

La Fondation russe pour la science[11] est une organisation à but non lucratif établie en 2013 pour élargir l'éventail des mécanismes de financement par voie de concours destinés à soutenir la recherche en Fédération de Russie. La fondation a perçu 48 milliards de roubles de financement public pour la période 2013-2016. Les établissements qui font de la R&D peuvent solliciter des bourses pour financer de grands projets de recherche fondamentale ou appliquée. S'ils veulent obtenir une subvention régulière, les candidats doivent engager des jeunes scientifiques dans leur équipe de projet et garantir que 25 % au moins de la subvention servira à financer le salaire de jeunes chercheurs. En 2015, la Fondation russe pour la science a lancé un programme de subvention spécial pour les postdoctorants et introduit des stages de courte et moyenne durée de manière à améliorer la mobilité des chercheurs (Schiermeier, 2015). Au total, 1 100 projets ont été financés en 2014, dont un tiers dans le domaine des sciences de la vie. Parmi les priorités thématiques arrêtées pour le prochain cycle de subventions en 2015, on peut citer : les nouvelles approches pour identifier les mécanismes des maladies infectieuses, les biotechnologies industrielles de pointe, les neurotechnologies et la recherche neurocognitive.

Ces dernières années, le gouvernement a enrichi son offre de dispositifs en vue de stimuler le financement de la recherche. Il a notamment mis en place un programme spécial depuis 2010 pour offrir des méga-subventions aux universités et aux centres de recherche afin de les aider à attirer des scientifiques de renom. Pour l'heure, le programme a séduit 144 chercheurs de renommée mondiale, pour moitié des étrangers, dont plusieurs prix Nobel. Ces chercheurs se sont vu confier la direction de nouveaux laboratoires rassemblant plus de 4 000 scientifiques dans 50 grandes universités russes. Ces laboratoires ont publié 1 825 articles scientifiques, dont plus de 800 dans des revues scientifiques indexées sur la plate-forme de recherche Web of Science. À peine 5 % des candidatures ont été présentées par des femmes, ce qui explique que seules 4 des 144 méga-subventions aient été accordées à des chercheuses (Schiermeier, 2015). Ce programme bénéficie d'un financement public à hauteur de 27 milliards de roubles pour la période 2010-2016 ; les universités bénéficiaires apportent environ 20 % du budget.

8. Le Programme 5/100 contribue à la réalisation des objectifs du *Décret présidentiel sur les mesures de mise en œuvre de la politique de l'État dans le domaine des sciences et de l'éducation* (Décret n° 599).

9. Ont été sélectionnées notamment l'Université polytechnique d'État de Saint-Pétersbourg, l'Université fédérale d'Extrême-Orient et trois université de recherche nationales : l'École des hautes études en sciences économiques de Moscou, l'Institut de physique et de technologie de Moscou et l'Institut d'ingénierie et de physique de Moscou.

10. Voir http://engineer-cadry.ru.

11. À ne pas confondre avec la Fondation russe pour la science fondamentale, établie en 1993, qui accorde des bourses pour la recherche fondamentale.

Parallèlement, le gouvernement a augmenté le financement alloué aux fondations d'État « traditionnelles »[12] consacrées à la recherche fondamentale et aux sciences humaines, ainsi qu'aux PME innovantes (Gokhberg *et al.,* 2011). Il a également introduit des subventions pour développer des réseaux de recherche et favoriser la coopération entre les universités et les académies nationales des sciences et de l'industrie, dans le cadre du Programme d'État pour le développement de la science et de la technologie 2013-2020. Les grandes universités participant à ce programme sont censées augmenter la part de leur budget consacré au transfert de technologies pour la porter de 18 % à 25 % entre 2012 et 2020.

Un Programme de recherche fondamentale a été élaboré pour la période 2013-2020 afin de coordonner les efforts au niveau national. Il relève du Programme d'État pour le développement de la science et de la technologie et contient des dispositions spécifiques concernant la sélection des priorités de recherche fondamentale et l'évaluation publique ouverte des performances des organismes scientifiques. Ce dernier aspect exige notamment la présentation des résultats du programme dans une base de données en accès libre et la publication des articles en accès libre sur Internet.

Des mécanismes de financement pour stimuler la R&D des entreprises

Depuis 2010, le gouvernement a également introduit plusieurs dispositifs visant à stimuler l'innovation dans le secteur des entreprises. Il a notamment mis en place :

- Des programmes qui obligent les entreprises d'État à élaborer des stratégies en matière d'innovation et à coopérer avec les universités, les instituts de recherche et les petites entreprises innovantes. Pour y participer, les entreprises doivent augmenter leurs dépenses de R&D et s'engager activement dans la réalisation de produits, procédés et services innovants ;
- Une loi fédérale sur les marchés publics (2013) qui prévoit l'achat de produits de haute technologie et innovants par l'État et favorise l'achat par les autorités de biens et de services auprès des PME ;
- Des programmes d'État dans le domaine des technologies pour aider certains secteurs industriels (aviation, construction navale, électronique, produits pharmaceutiques, etc.) ainsi que des domaines plus généraux (biotechnologies, matériaux composites, photonique, conception industrielle, ingénierie) ;
- Le Programme de développement des petites et moyennes entreprises pour la période 2013-2020, qui prévoit des subventions fédérales pour cofinancer le développement des PME régionales, soutenir les pôles d'ingénierie et les centres de prototypage au niveau local, et fournir des garanties de crédit par l'intermédiaire du système national d'établissements garants, principalement la nouvelle Agence de garantie du crédit (créée en 2014)[13].

12. La Fondation russe pour la recherche fondamentale, la Fondation russe pour les sciences humaines et le Fonds de soutien aux petites entreprises innovantes ont tous été établis au début des années 1990.

13. Rebaptisée Corporation fédérale pour le développement des petites et moyennes entreprises en 2015, elle est désormais une entreprise publique détenue à 100 % par l'État.

En 2015, deux dispositifs visant à stimuler le développement technologique ont été annoncés. Le premier est l'Initiative nationale pour la technologie, qui introduit un nouveau modèle à long terme visant à faire de la Fédération de Russie un leader dans le domaine de la technologie en créant de nouveaux marchés, comme les drones et les voitures autonomes pour les secteurs de l'industrie et des services, les produits neurotechnologiques, les solutions réseau pour la livraison personnalisée de produits alimentaires, etc. Les projets technologiques s'accompagneront d'une formation des élèves et des étudiants dans ces domaines prometteurs. Le second dispositif cible les grands secteurs traditionnels. Il consiste à financer une série de projets technologiques nationaux comprenant une forte composante d'innovation, par l'intermédiaire de partenariats public-privé. Il cible, entre autres domaines, le génie énergétique intelligent, l'agriculture, les systèmes de transport et les services de santé.

Réussir à faire la démonstration des résultats concrets de leurs recherches constitue un défi majeur pour les entreprises. Un dispositif possible consisterait pour l'État à accorder des fonds de recherche aux entreprises moyennant des cofinancements par d'autres entreprises intéressées et la mise en place de partenariats efficaces avec des instituts de recherche, des universités et des entreprises commerciales (Gokhberg et Kuznetsova, 2011a ; Kuznetsova *et al.*, 2014). Il convient également de s'assurer de la coordination entre les programmes de STI du gouvernement et ceux mis en œuvre par des organismes de développement, afin de faire fonctionner « l'ascenseur de l'innovation » qui permet le développement de technologies, produits et services nouveaux tout au long de la chaîne de l'innovation, depuis l'idée initiale jusqu'à la commercialisation. Le suivi de la performance de ces programmes sera bien entendu essentiel afin de procéder rapidement aux ajustements nécessaires.

Populariser l'utilisation des brevets dans l'économie

Le marché intérieur de la propriété intellectuelle en est toujours à la phase de développement et les résultats de la recherche mettent des années à faire effet sur l'économie : seuls 2 à 3 % de tous les brevets en cours sont utilisés et l'activité de brevetage est plus intensive que l'octroi de licences d'exploitation de droits de propriété intellectuelle. On peut regretter cet état de fait car c'est précisément lors de la commercialisation que les avantages concurrentiels réels se font sentir, au travers par exemple des redevances tirées de l'utilisation d'inventions protégées ou de l'accumulation de savoir-faire. Cependant, le développement de la propriété intellectuelle dans la Fédération de Russie est souvent déconnecté des besoins spécifiques des consommateurs et de la demande du secteur industriel.

Il est donc nécessaire d'améliorer le cadre législatif relatif à la propriété intellectuelle. La principale source de réglementation en la matière est la section VI du Code civil, qui est consacrée spécifiquement aux questions liées à la propriété intellectuelle et à l'adoption de la législation en la matière. De nouvelles normes ont été élaborées dans ce domaine entre 2009 et 2014, notamment :

- Attribution des droits de propriété intellectuelle générés par la recherche publique à la Fédération de Russie et création du principe de transfert gratuit de la propriété intellectuelle du secteur public à l'industrie et à la société, pour permettre aux centres de recherche et aux université de gérer plus facilement les licences et les autres formes de commercialisation de la propriété intellectuelle ;
- Réglementation des conditions, du montant et des procédures relatives au paiement de redevances aux auteurs pour la création et la commercialisation des résultats de leurs travaux et des technologies créées dans le cadre de leur emploi ;
- Établissement d'une liste exhaustive des conditions dans lesquelles l'État peut prétendre à des droits de propriété intellectuelle exclusifs.

En 2014, le gouvernement a adopté un plan d'action contenant des mesures supplémentaires visant à protéger les droits de propriété intellectuelle au stade du « pré-brevet » ainsi que sur Internet. Par ailleurs, ce plan prévoit la création de tribunaux spécialisés dans les brevets et l'amélioration de la formation professionnelle dans ce domaine. D'autres mesures sont également prises progressivement afin d'améliorer les conditions de rentabilisation des dépenses de R&D, notamment en intégrant la propriété intellectuelle dans le bilan des entreprises. Ceci est particulièrement important dans le cas des PME qui peuvent ainsi augmenter leur valeur comptable, par exemple, ou encore attirer des investissements, en utilisant leurs droits exclusifs comme garantie afin d'obtenir des crédits.

De nouvelles incitations fiscales pour encourager l'innovation

Depuis 2008, le Code des impôts de la Fédération de Russie est l'unique source de réglementation en matière fiscale. Des amendements importants, adoptés ces dernières années, ont introduit de nouvelles règles relatives au calcul des dépenses de R&D et au classement de certains types de dépenses des organisations parmi les dépenses de R&D, ainsi que de nouveaux règlements concernant la création de fonds de réserve permettant de provisionner les dépenses à venir.

De nouvelles incitations fiscales ont été introduites en 2011 afin de soutenir les PME innovantes, les start-up et les entreprises par essaimage. Ces dispositifs incluent notamment :

- Une exonération d'impôt (d'une durée de trois ans) sur les profits investis dans le développement de la propriété intellectuelle, et la suppression des taxes sur les transactions relatives à la propriété intellectuelle ;
- Des avantages et des rééchelonnements pour le paiement des droits d'exploitation de brevet, offerts aux PME, ainsi qu'aux inventeurs individuels (entreprises) ;
- Une exonération fiscale pouvant aller jusqu'à dix ans (encadré 13.1) pour les résidents du Centre de l'innovation de Skolkovo.

À court terme, des plans prévoient d'introduire des incitations fiscales pour les personnes qui investissent dans des projets

Encadré 13.1 : Le Centre de l'innovation de Skolkovo : un paradis fiscal éphémère près de Moscou

Le Centre de l'innovation de Skolkovo est en cours de construction dans la ville éponyme, située près de Moscou. Ce complexe industriel de haute technologie vise à attirer des entreprises innovantes et à servir d'incubateur dans cinq domaines prioritaires : l'efficacité énergétique et les économies d'énergie, les technologies nucléaires, les technologies spatiales, la biomédecine, et les technologies informatiques et logicielles stratégiques.

Le projet a été annoncé par le président russe en novembre 2009. Le complexe, qui abrite principalement une université technologique et un technoparc, est présidé par l'oligarque russe Viktor Vekselberg et coprésidé par l'ancien PDG d'Intel, Craig Barrett. Afin d'attirer des résidents potentiels, une loi accordant aux entreprises qui s'installent à Skolkovo des privilèges juridiques, administratifs et fiscaux a été adoptée par la Douma (le parlement russe) en septembre 2010. Cette loi offre aux résidents du centre de généreux avantages fiscaux pour une période allant jusqu'à dix ans, dont des exonérations d'impôt (impôt sur le revenu, TVA, taxe foncière), ainsi que des primes d'assurance préférentielles au taux de 14 %, au lieu du taux en vigueur de 34 %.

La loi prévoit également la création d'un fonds afin de financer la création d'une université sur le site et de former du personnel en fonction des compétences recherchées par les entreprises. L'un des partenaires les plus importants du centre est le Massachusetts Institute of Technology (États-Unis).

Une fois que les entreprises et les personnes ont obtenu le statut de « résident » du centre, elles peuvent demander des subventions auprès du fonds. Les résidents ont également accès aux infrastructures juridiques et financières du centre. En 2010, le gouvernement a publié un décret prévoyant d'accorder un permis de travail de trois ans aux étrangers hautement qualifiés qui sont employés au centre de Skolkovo.

Le Centre de l'innovation de Skolkovo est financé principalement par le budget fédéral russe. Son enveloppe a augmenté régulièrement depuis 2010 pour s'établir à 17,3 milliards de roubles en 2013. Une autoroute flambant neuve relie désormais Skolkovo à Moscou.

Aujourd'hui, plus de 1 000 entreprises issues de 40 régions de Russie se sont installées à Skolkovo. En 2013, 35 accords ont été signés avec des grandes entreprises russes et étrangères, dont Cisco, Lukoil, Microsoft, Nokia, Rosatom et Siemens. Les partenaires industriels envisagent d'ouvrir plus de 30 centres de R&D à Skolkovo, qui pourraient créer plus de 3 000 emplois.

Source : Données compilées par les auteurs.

Voir aussi http://economy.gov.ru/minec/press/interview/20141224.

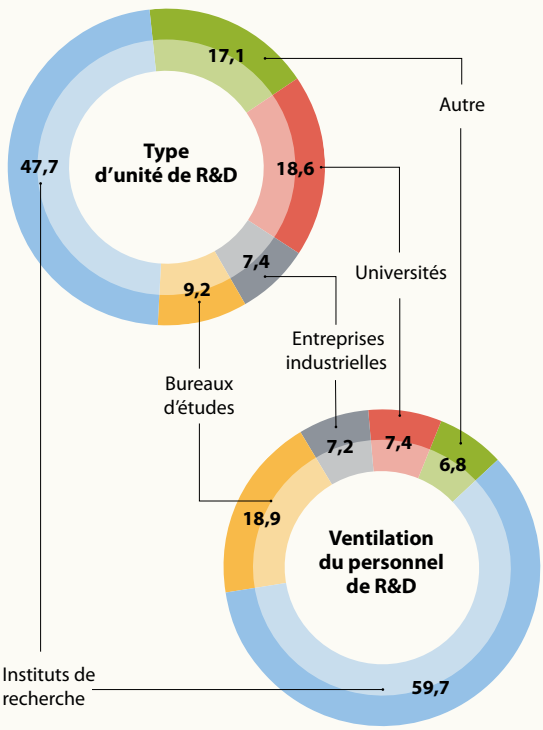
d'innovation (ou des entreprises innovantes), tels que les agents commerciaux, les inventeurs et les entrepreneurs, ainsi que pour les entreprises qui souhaitent augmenter leurs actifs incorporels.

Restructurer la R&D pour dynamiser la recherche

La structure institutionnelle du secteur de la R&D en Fédération de Russie n'est pas encore pleinement adaptée à l'économie de marché. Comme le rappelait le *Rapport de l'UNESCO sur la science 2010*, à l'époque soviétique, la recherche fondamentale était principalement exécutée par les instituts de recherche des académies nationales des sciences et des grandes universités, tandis que la recherche appliquée et le développement expérimental étaient surtout le fait d'institutions spécifiques, de bureaux d'études et d'unités spécialisées des entreprises industrielles. Tous les organismes de R&D appartenaient à l'État. Aujourd'hui, ce sont des grandes entreprises ou des instituts de recherche indépendants qui exécutent l'essentiel de la R&D industrielle. La plupart des entreprises industrielles et des bureaux d'études sont des organismes privés ou semi-privés. Néanmoins, sur 10 organismes impliqués dans la R&D, 7 appartiennent encore à l'État, y compris des universités et des entreprises dont l'État est actionnaire. Comme mentionné plus haut, les petites entreprises sont sous-représentées dans le secteur de la R&D, en particulier si l'on compare avec la situation d'autres États industriels (HSE, 2015a).

Les instituts de recherche indépendants et les bureaux d'études devancent les établissements d'enseignement supérieur et les entreprises en matière de R&D : en 2013, ils représentaient respectivement 48 % et 9 % du total des unités de R&D et employaient 75 % du personnel de R&D (figure 13.4). Les entreprises industrielles ne représentent que 7,4 % des unités de R&D, contre 18 % pour les établissements d'enseignement supérieur (HSE, 2015a). La volonté du gouvernement d'optimiser la structure institutionnelle de la recherche a débouché en 2013 sur une réforme – attendue depuis longtemps – des académies nationales des sciences[14] qui aura des conséquences majeures sur le paysage scientifique russe (encadré 13.2).

Figure 13.4 : **Ventilation des unités de R&D de la Fédération de Russie par type et par effectif, 2013 (%)**



Source : HSE (2015a).

En parallèle, le gouvernement continue d'étendre le réseau des centres de recherche d'État (désormais au nombre de 48) et a créé un réseau regroupant plusieurs superstructures de recherche nationales. Le premier de ces centres de recherche nationaux est né en 2009 du regroupement de trois instituts de R&D avec le centre de recherche Kurchatov, spécialisé dans l'énergie nucléaire et d'autres technologies liées[15]. Le second centre de taille similaire a été créé dans le secteur de l'aéronautique en 2014 en rattachant plusieurs instituts de R&D à l'Institut central d'aérohydrodynamique, réputé dans le domaine de la recherche aéronautique. Le Centre de recherche Krylov, spécialisé dans la construction navale, et l'Institut de recherche pour les matériaux aéronautiques devraient bientôt acquérir à leur tour le statut de centre national de recherche. Afin de contrôler l'efficacité de l'infrastructure de recherche nationale et d'identifier les moyens de fournir un soutien ciblé, de nouveaux mécanismes ont été introduits en 2014 pour évaluer régulièrement la performance des organismes publics de recherche agissant dans le secteur civil.

Identification de huit domaines prioritaires et de technologies essentielles

La Fédération de Russie dispose d'un système bien établi pour identifier les priorités et permettre de répartir efficacement les ressources entre un nombre limité de domaines, en prenant en compte les objectifs nationaux, ainsi que les difficultés internes et externes. La liste actuelle englobe huit domaines prioritaires et 27 technologies essentielles obtenus sur la base d'un exercice de prospective réalisé sur la période 2007-2010. La liste a été approuvée par le chef de l'État en 2011. La Fédération de Russie cherche ainsi à relever des défis mondiaux, à garantir la compétitivité nationale et à promouvoir l'innovation dans des domaines clés. Les priorités de recherche permettent d'orienter la conception des programmes gouvernementaux de R&D et de rationaliser le financement destiné à d'autres initiatives stratégiques. Deux des huit domaines prioritaires concernent la défense et la sécurité nationale. Les six autres domaines, énumérés ci-dessous avec leur part respective du financement total, concernent la science et les technologies civiles :

- Systèmes de transport et aérospatiale (37,7 %) ;
- Systèmes énergétiques sûrs et efficaces (15,6 %) ;
- TIC (12,2 %) ;
- Gestion de l'environnement (6,8 %) ;
- Sciences de la vie (6,0 %) ;
- Nanotechnologies (3,8 %).

14. Avant la réforme de 2013, on comptait six académies en Fédération de Russie, dédiées aux sciences, aux sciences médicales, aux sciences agricoles, à l'éducation, aux arts, et à l'architecture et l'ingénierie civile.

15. Par exemple, les bionanotechnologies, la neurobiologie, la bio-informatique.

Encadré 13.2 : **La réforme de l'Académie des sciences**

La réforme de l'Académie russe des sciences a fait l'objet d'un débat pendant plus d'une décennie. Depuis la fin des années 1990, l'Académie fonctionnait quasiment comme un ministère, gérant des propriétés fédérales et supervisant le réseau des principales institutions de recherche fondamentale en Fédération de Russie. En 2013, l'Académie russe des sciences et les cinq autres académies scientifiques représentaient 24 % des organismes de recherche de la Fédération de Russie, près d'un cinquième du personnel de R&D, 36 % des chercheurs et 43 % des chercheurs titulaires d'un diplôme de candidat ou docteur ès sciences. Elles rassemblaient donc une main-d'œuvre hautement qualifiée.

Cependant, de nombreuses institutions rattachées à l'académie étaient confrontées au problème du vieillissement de leurs chercheurs : en 2013, près d'un tiers (34 %) avaient plus de 60 ans, dont 14 % avaient plus de 70 ans. Les académies étaient également pointées du doigt pour leur faible productivité – alors qu'elles reçoivent entre 20 et 25 % du budget public de la recherche – et pour leur manque de transparence. Le conflit d'intérêts était patent, dans la mesure où certains des responsables de l'académie en charge de la répartition des ressources entre les instituts rattachés dirigeaient aussi les instituts en question. Les académies étaient également critiquées pour l'absence de priorités et le peu de liens qu'elles avaient tissés avec les universités et l'industrie.

Les académies russes des sciences, des sciences agricoles et des sciences médicales, en particulier, ont essuyé de nombreuses critiques puisqu'à elles trois, elles représentaient en 2013 96 % des instituts de recherche sous tutelle, 99 % du financement alloué aux académies et 98 % du total des chercheurs. Une série de réformes « modérées » mises en œuvre ces dernières années avait permis d'aplanir certaines des difficultés, notamment en introduisant la rotation des postes de direction, une plus grande mobilité interne, un âge de départ à la retraite obligatoire, des critères pour les postes d'enseignement et l'extension des subventions attribuées par voie de concours.

En septembre 2013, le gouvernement a lancé la réforme tant attendue en faisant adopter une loi prévoyant la fusion de l'Académie russe des sciences et des deux académies plus modestes, dédiées aux sciences agricoles et médicales. L'Académie des sciences a été autorisée à conserver son nom. Un mois plus tard, le gouvernement faisait adopter une loi portant création de l'Agence fédérale des organismes de recherche, placée sous la tutelle directe du gouvernement. Ces deux lois avaient pour objectif immédiat d'établir un système dual en partageant les responsabilités en matière de recherche entre, d'un côté, l'Académie russe des sciences et, de l'autre, l'Agence fédérale des organismes de recherche. La première conserve ses fonctions de coordination de la recherche fondamentale et d'évaluation des résultats des travaux de l'ensemble du secteur public de la recherche, et reste chargée de fournir conseils et expertise, tandis que la seconde est responsable de la gestion des finances, des biens et des infrastructures de l'académie.

Les instituts anciennement sous tutelle des trois académies (plus de 800) sont désormais rattachés officiellement à l'Agence fédérale des organismes de recherche, même si certains d'entre eux conservent encore le label de l'une des académies. Le réseau reste important puisque les 800 instituts emploient près de 17 % des chercheurs et produisent près de la moitié des publications scientifiques internationales du pays.

Source : Gokhberg *et al.* (2011), HSE (2015a), Stone (2014).

La mise à jour de cette liste a débuté en 2014, après que le gouvernement a approuvé les résultats du dernier exercice de prospective, *Prospective – 2030,* réalisé entre 2012 et 2014 (HSE, 2014c). Les recommandations de ce rapport ont pour objectif d'éclairer en amont la planification stratégique des entreprises, des universités, des instituts de recherche et des organismes gouvernementaux.

Hausse des exportations de produits de la nanotechnologie

Le *Rapport de l'UNESCO sur la science 2010* soulignait l'importance de la *Stratégie pour le développement de la nano-industrie* de la Fédération de Russie (2007) et prédisait qu'« en 2015, toutes les conditions nécessaires seraient réunies pour la fabrication à grande échelle de nouveaux produits liés aux nanotechnologies et pour la pénétration des marchés mondiaux par les entreprises russes de nanotechnologie ». Le rapport prévoyait également que les ventes de produits de la nanotechnologie seraient multipliées par 7 ou 8 entre 2009 et 2015. En 2013, selon l'entreprise publique Rusnano, plus de 500 entreprises fabriquaient des produits de nanotechnologie en 2013, dont les ventes dépassaient 416 milliards de roubles (plus de 15 milliards de dollars É.-U.). Ce chiffre dépasse de 11 % la cible fixée en 2007 et traduit une croissance de 160 % du secteur depuis 2011. Près d'un quart des produits issus des nanotechnologies sont exportés. Les exportations ont atteint 130 milliards de roubles en 2014, soit deux fois plus qu'en 2011.

Au 31 décembre 2013, Rusnano soutenait 98 projets et avait établi 11 centres de développement et de transfert technologique (« nanocentres ») et quatre entreprises d'ingénierie dans différentes régions. Ils se spécialisent dans les matériaux composites, l'ingénierie énergétique, les technologies de radiation, les produits nanoélectroniques, les biotechnologies, l'optique, les technologies plasma, les TIC, etc. Des réalisations notables ont été enregistrées dans certains domaines comme les nanocéramiques, les nanotubes, les matériaux composites et hybrides et le matériel médical. Créé en 2011, le Centre de nanotechnologie et de nanomatériaux de Saransk (République de Mordovie) fabrique désormais des nanopinces ultraspécialisées pour les microscopes, qui permettent de

saisir des particules de l'ordre de 30 nanomètres. Il s'agit d'une avancée significative dont les applications potentielles en électronique et en médecine sont nombreuses (Rusnano, 2013, 2014). Le centre a également breveté des revêtements spéciaux anticorrosion, entre autres inventions.

Bien que la production de nanomatériaux se soit considérablement développée, la production scientifique russe dans le domaine des nanotechnologies ne semble pas progresser aussi rapidement que dans d'autres pays (voir figure 15.5). De même, l'activité scientifique dans ce domaine ne semble pas avoir débouché, pour le moment, sur un nombre significatif de brevets d'invention (figure 13.5).

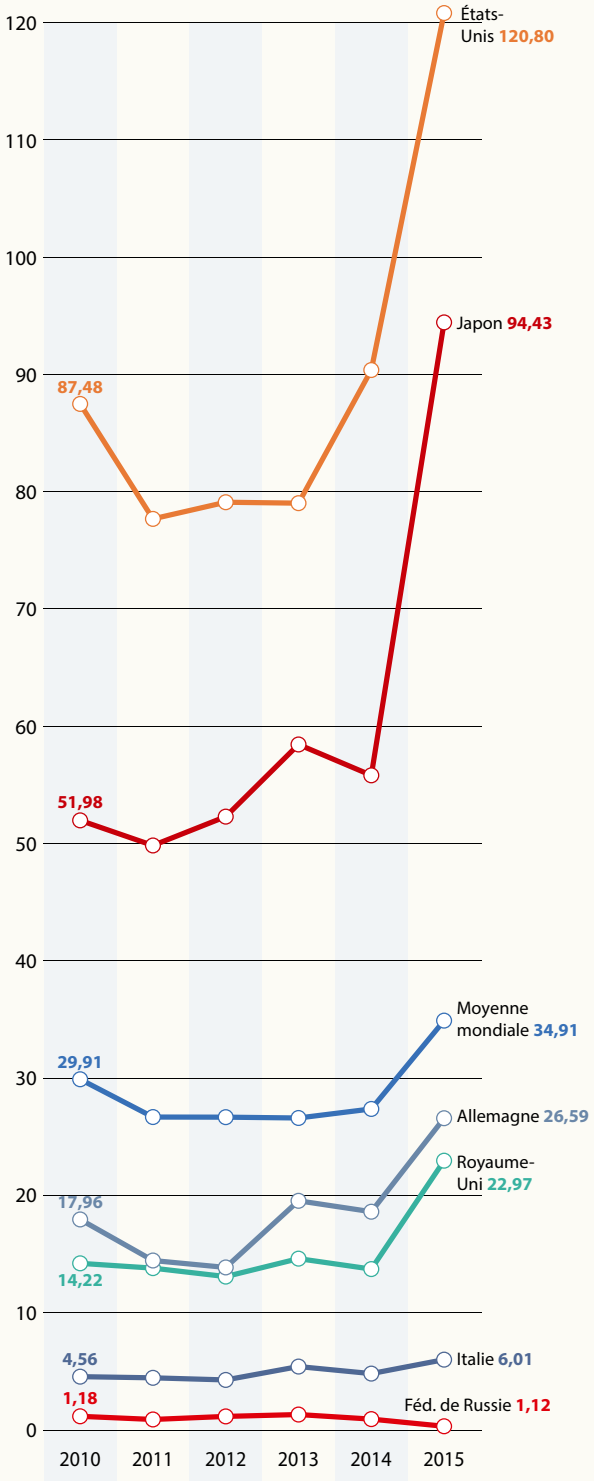
Création de la corporation d'État Roscosmos

L'industrie spatiale a toujours été considérée comme une priorité nationale. L'industrie spatiale russe est la troisième mondiale en termes de financement, derrière les États-Unis et l'UE. La Fédération de Russie conserve des avantages technologiques dans l'astronautique, les moteurs de fusée et les lanceurs. Les domaines de prospective en matière de R&D identifiés dans le cadre de *Prospective – 2030* incluent : les technologies des lanceurs et les composants structurels du module d'accélération, tels que des nanomatériaux composites ; les moteurs, propulseurs et systèmes de stockage de l'énergie embarqués des engins spatiaux ; l'électronique numérique et les systèmes de navigation par satellite ; les moteurs nouvelle génération plus respectueux de l'environnement et les combustibles sûrs ; les groupes d'engins spatiaux de petite taille pour la téléexploration de la Terre ; et le déploiement de systèmes de télécommunication à large bande (HSE, 2014c). Ces orientations sont prises en compte dans l'élaboration du nouveau Programme spatial fédéral couvrant la période allant jusqu'en 2015. L'« espace social » (l'industrie spatiale comme moteur du développement socioéconomique), la recherche spatiale fondamentale et l'astronautique habitée (en référence à la nouvelle génération de stations spatiales) figurent au rang des priorités de ce nouveau programme. Il est également prévu de terminer le déploiement de la Station spatiale internationale.

Depuis quelques années, l'industrie spatiale russe fait face à une concurrence internationale de plus en plus forte. Or, dans le même temps, la structure et l'organisation du secteur sont devenues obsolètes et inefficaces, comme en témoignent plusieurs lancements ratés. Cette situation a conduit le gouvernement à lancer une réforme en 2013 et à fédérer plus de 90 entreprises industrielles et centres de R&D d'État au sein d'une seule corporation dédiée à l'exploration spatiale et aux engins spatiaux. La seconde phase de cette réforme a commencé en 2015 avec la fusion de cette corporation et de l'Agence spatiale fédérale. L'objectif est de mettre la R&D, la fabrication et les infrastructures terrestres entre les mains de la nouvelle corporation d'État Roscosmos, appelée à devenir un pôle de planification stratégique et de prise de décision, en vue de résoudre certains problèmes existants. Les pouvoirs publics espèrent que cette décision resserrera les liens horizontaux afin d'éviter la dispersion des fonctions liées aux achats, à la performance et à la réglementation, et « renforcera la concurrence ». Une approche similaire a été précédemment testée avec succès par Rosatom, la corporation d'État pour l'énergie nucléaire.

Figure 13.5 : **Brevets liés aux nanotechnologies en Fédération de Russie, 2011-2015**

Nombre de brevets pour 100 articles consacrés aux nanotechnologies



Remarque : Les données concernent le ratio brevets-articles dans le domaine des nanotechnologies (brevets déposés auprès de l'USPTO pour 100 articles). Les données de 2015 couvrent les mois de janvier, février et mars.

Source : Plate-forme de recherche Web of Science de Thomson Reuters ; USPTO.

Parallèlement à la réforme du secteur spatial public, l'apparition de nouveaux acteurs privés modifie progressivement le paysage traditionnellement centralisé de l'industrie spatiale. Plusieurs start-up privées se sont installées à Skolkovo (encadré 13.1), dont Dauria Aerospace, Lepton Company (Saint-Pétersbourg) et Sputniks. Ces start-up se consacrent à la production de microsatellites et d'instruments spatiaux ainsi qu'à la commercialisation de technologies de télédétection pour les prévisions météorologiques, la surveillance de l'environnement et l'exploration des ressources naturelles.

Développer des technologies pour réduire les distances

Le développement des systèmes de transport vise deux objectifs principaux : renforcer la portée internationale des technologies russes et assurer les liaisons sur le vaste territoire de la Fédération de Russie grâce à la mise en place de pôles aéroportuaires régionaux et de lignes de train à grande vitesse.

Prospective – 2030 suggère des orientations concernant différents domaines du secteur des transports. Le document recommande notamment que l'industrie aéronautique concentre son portefeuille technologique sur la réduction du poids des avions, sur l'utilisation des nouveaux combustibles (biocarburants, combustibles condensés et cryogéniques), l'élaboration de cockpits intelligents (affichage digital tête haute) et l'utilisation de nouveaux matériaux, revêtements et constructions composites (non métalliques) [HSE, 2014c]. Le Sukhoi Superjet 100 (SSJ) est l'un des emblèmes de ces avancées technologiques récentes. Cet avion régional nouvelle génération est équipé de technologies de pointe et répond aux besoins des marchés russe et étranger de l'aviation civile. Un nouveau système électrique intégré pour les avions régionaux et long courrier est également en cours d'élaboration par Snecma (société française du groupe Safran) et Saturn (Fédération de Russie).

Le Programme d'État pour la construction navale – un secteur en pleine renaissance – a été adopté en 2013. Plus de 200 entreprises sont engagées dans la construction de véhicules pour le transport maritime et terrestre de marchandises, la fabrication d'équipements pour l'exploitation des gisements de pétrole et de gaz du plateau continental, et la navigation commerciale et scientifique. La Corporation unifiée pour la construction navale (créée en 2007) est la plus grande entreprise du secteur. Forte de 60 entreprises, cette société d'État représente près de 80 % du chiffre d'affaires de l'industrie nationale de la construction navale et exporte dans 20 pays.

D'après le document *Prospective – 2030* et un rapport spécial sur les *Perspectives de la construction navale* (Dekhtyaruk *et al.,* 2014), les objectifs de la recherche dans ce secteur concernent principalement les domaines suivants : le développement de matériaux composites issus des nanotechnologies, la synthèse organique et non organique, la métallurgie et le traitement thermique ; la construction à base de matériaux et de revêtements innovants, les techniques permettant de maximiser la performance économique des véhicules ; la construction de systèmes de propulsion haute performance pour les petits navires, qui s'inspire des nouveaux principes de production, de stockage et de conversion de l'énergie ; les outils et les systèmes haute performance garantissant la sécurité et la pérennité des bateaux, notamment de l'équipement radioélectronique moderne issu des nanotechnologies ; et la conception de systèmes modulables intelligents et hautement automatisés pour la production industrielle.

Regain d'intérêt pour les nouvelles énergies et l'efficacité énergétique

Compte tenu du poids très important du secteur de l'énergie dans le PIB et les exportations, les changements intervenant dans ce secteur ont un impact immédiat sur la compétitivité nationale. Autrement dit, quand le secteur de l'énergie éternue, l'économie russe s'enrhume. En 2014, le gouvernement a lancé un Programme pour le développement et l'efficacité énergétiques afin de résoudre les difficultés que connaît le secteur, notamment la faible efficacité énergétique, les coûts élevés de l'extraction des combustibles et la prédominance des sources d'énergie traditionnelles. Dans le cadre de ce programme, des fonds ont été alloués au développement du génie électrique et des industries du pétrole, du gaz et du charbon, mais aussi des nouvelles énergies. Depuis 2010, quatre plates-formes technologiques ont été créées : système énergétique intelligent ; génie énergétique et thermique efficient et écologiquement neutre ; technologies de pointe pour les énergies renouvelables ; petits systèmes de production répartie.

Des succès notables ont été obtenus ces dernières années dans le domaine des nouvelles énergies. Des séparateurs, des turbines et des équipements connexes de haute performance sont utilisés dans la construction de nouvelles centrales géothermiques, par exemple au Kamtchatka et dans les Îles Kouriles. Des mini-centrales électriques alimentées par du biogaz produit à partir de déchets ont également été construites dans de nombreuses régions. Des moteurs destinés à des parcs éoliens et de petites centrales hydroélectriques sont également fabriqués. En 2013, le lancement d'un projet d'ingénierie d'envergure visant à développer la plate-forme pétrolière Prirazlomnaya, capable de résister à la prise des glaces, a donné une forte impulsion à l'exploitation du plateau continental arctique.

À Skolkovo, plusieurs projets sont consacrés au développement de technologies sobres en énergie (encadré 13.2). Ils se concentrent sur la réduction de la consommation d'énergie dans l'industrie, l'habitat et les infrastructures municipales. Par exemple, l'entreprise New Energy Technologies développe des générateurs thermoélectriques efficaces pour la conversion directe de l'énergie thermique en électricité, en utilisant des membranes nanostructurées et des convertisseurs solaires à haute efficacité issus de polymères organiques. L'entreprise Wormholes Implementation crée quant à elle des systèmes intelligents pour le suivi et l'exploitation optimale des puits, afin d'augmenter l'efficacité de l'extraction pétrolière et du développement des gisements pétroliers.

Prospective – 2030 identifie 14 domaines thématiques liés à l'énergie très prometteurs en matière de R&D appliquée, notamment : les technologies de prospection et d'extraction efficientes des combustibles fossiles, la consommation efficace d'énergie, la bioénergie, le stockage de l'énergie électrique et thermale, la production d'électricité à partir d'hydrogène, le stockage de l'énergie électrique et thermique, la fabrication

de biocarburants, les systèmes énergétiques intelligents, les réacteurs nucléaires de quatrième génération refroidis à l'eau et à haut rendement, et l'optimisation du transport de l'énergie et des combustibles (HSE, 2014c).

Mise à l'essai de pôles territoriaux d'innovation

Ces cinq dernières années, le gouvernement a pris des mesures pour renforcer le cadre institutionnel de la commercialisation et du transfert des technologies. En 2012, il a ainsi lancé une série de pôles territoriaux d'innovation pilotes afin de promouvoir la création de chaînes de production à valeur ajoutée et de stimuler la croissance régionale. Dans un premier temps, 25 pôles ont été sélectionnés par voie de concours parmi une centaine de candidats. Ces derniers étaient des consortiums regroupant des entreprises industrielles, des instituts et des universités de recherche soutenus par les collectivités territoriales. Les domaines de spécialisation de ces pôles qui sont implantés dans différentes régions allant de Moscou à l'Extrême-Orient concernent aussi bien la haute technologie (TIC, biotechnologies, énergie nucléaire, etc.) que des secteurs industriels plus traditionnels (construction automobile, construction navale, aéronautique, produits chimiques).

En 2013, les 14 pôles les mieux préparés ont reçu un cofinancement de la part des autorités fédérales et régionales (sur la base d'un partage 50/50) ; en 2014, 11 autres pôles ont été sélectionnés pour bénéficier d'un soutien financier. La prochaine étape consistera à créer des programmes de pôles régionaux plus importants et à mettre en place des centres de développement des pôles pour assurer la coordination et la mise en réseau.

Des plates-formes technologiques pour soutenir l'industrie

Les premières plates-formes technologiques ont été établies en Russie en 2010. Elles servent d'outil de communication pour faire converger les efforts consentis par l'État, les entreprises et la communauté scientifique pour repérer les difficultés, élaborer des programmes de recherche stratégique et des mécanismes de mise en œuvre, et promouvoir des technologies commerciales et de nouveaux biens et services prometteurs dans certains secteurs économiques. On compte actuellement 34 plates-formes technologiques réparties sur tout le territoire russe et regroupant plus de 3 000 organisations : 38 % sont des entreprises, 18 % des universités, 21 % des instituts de recherche et le reste des ONG, des associations professionnelles, etc. Dans de nombreux cas, les programmes de recherche stratégique des plate-formes se sont inspirés des recommandations formulées dans le document *Prospective – 2030* (HSE, 2014c).

Deux mécanismes clés permettent de réglementer l'activité de ces plates-formes : la coordination avec les programmes technologiques exécutés par l'État et l'octroi de prêts à taux zéro à des projets innovants par le Fonds russe de développement technologique, rebaptisé Fondation pour le développement industriel en 2014.

Parmi les plates-formes qui obtiennent les meilleurs résultats, on peut citer : médecine du futur ; bio-industrie et bioressources – BioTech2030 ; bioénergie ; génie énergétique et thermique efficient et écologiquement neutre ; technologies de pointe pour les énergies renouvelables ; technologies pour l'extraction et l'exploitation des hydrocarbures ; fabrication de biocarburants ; photonique ; et mobilité de l'aviation.

L'ensemble des 34 plate-formes sera évalué afin de mesurer le soutien qu'elles apportent à l'industrie et les résultats serviront à ajuster la liste. Le soutien de l'État ne sera renouvelé que pour les plates-formes qui ont démontré un potentiel élevé et obtenu des résultats concrets.

Création de centres d'ingénierie dans les principales universités

Les centres fédéraux pour l'utilisation collaborative des équipements scientifiques, dont le premier a été créé en Fédération de Russie au milieu des années 1990, regroupent principalement des universités de recherche et des universités fédérales, des centres de recherche d'État et des instituts académiques. Depuis 2013, ces centres ont été regroupés en un réseau de 357 entités, afin de renforcer leur efficacité. Ils reçoivent un financement du programme fédéral de R&D, qui cible des domaines prioritaires dans une optique de résultats. Les centres peuvent obtenir des subventions annuelles allant jusqu'à 100 millions de roubles (environ 1,8 million de dollars É.-U.) pendant trois années au maximum, afin de financer un projet spécifique.

Depuis 2013, un projet pilote connexe a été lancé pour créer des centres d'ingénierie dans certaines des principales universités technologiques. Son objectif est de valoriser le rôle des universités dans les projets de développement et de fournir des services d'ingénierie et de formation. Le financement provient d'aides budgétaires qui couvrent certaines des dépenses occasionnées par les projets d'ingénierie et de conception industrielle : en 2013, chaque centre a reçu entre 40 et 50 millions de roubles, soit un total de 500 millions de roubles.

La bureaucratie freine le développement des technoparcs

La Fédération de Russie compte actuellement 88 technoparcs. Le financement public de ces parcs provient principalement du Programme de création de technoparcs spécialisés dans la haute technologie en Fédération de Russie (adopté en 2006) et, depuis 2009, d'un programme concurrentiel annuel destiné aux PME. Les principaux domaines de spécialisation des technoparcs sont les TIC, la médecine, les biotechnologies, la fabrication d'instruments et le génie mécanique, mais un tiers d'entre eux (36 %) sont pluridisciplinaires.

Les politiques relatives aux technoparcs connaissent de nombreux problèmes à cause de certaines « zones grises » dans la législation et les procédures organisationnelles. Selon l'Association russe des technoparcs dans les secteurs de haute technologie, seuls 15 parcs sont fonctionnels à l'heure actuelle[16]. Les autres en sont encore au stade de la planification ou de la construction, ou sont en cours d'achèvement. La principale raison de ce retard est la lenteur excessive des autorités régionales à remettre les titres de propriété pour les parcelles, à délivrer les autorisations d'urbanisme ou à prendre des décisions concernant le financement.

16. Certains technoparcs n'ont pas réussi à atteindre les objectifs fixés en termes de création d'emplois hautement qualifiés, de chiffre d'affaires lié à la fabrication de biens, de services rendus aux entreprises résidentes, etc. Voir http://nptechnopark.ru/upload/spravka.pdf.

Davantage de passerelles sont nécessaires pour relier les zones spéciales au reste du pays

La création des zones économiques spéciales (ZES) remonte à 2005, lorsque le gouvernement a décidé de mettre en place un régime préférentiel pour l'entrepreneuriat innovant au niveau local. Certaines ZES ont été choisies spécifiquement pour encourager le développement de nouvelles entreprises de haute technologie et stimuler les exportations dans ce domaine.

En 2014, cinq de ces zones étaient opérationnelles, à Saint-Pétersbourg, Doubna, Zelenograd, Tomsk et en République du Tatarstan. Au total, elles accueillent 214 organisations. Ces dernières bénéficient d'un environnement réglementaire préférentiel comprenant par exemple une exonération de la taxe foncière et de l'impôt sur le patrimoine pendant les 10 premières années (ou d'autres avantages fiscaux), une exonération des droits de douane, des conditions de location avantageuses et la possibilité d'acheter des parcelles de terrain. Elles profitent en outre des investissements de l'État en faveur du développement des infrastructures sociales et dans les domaines de l'innovation, de l'ingénierie et des transports. Afin d'augmenter l'efficacité des ZES, il convient d'atteindre une masse critique d'organisations et de consolider les liens entre les entreprises résidentes et l'environnement extérieur.

TENDANCES EN MATIÈRE DE COOPÉRATION SCIENTIFIQUE

Vers un Espace commun UE-Russie de la recherche et de l'éducation

Ces dernières années, la Fédération de Russie s'est efforcée d'intégrer la communauté scientifique internationale et de développer la coopération internationale dans le domaine des sciences et de la technologie, laquelle tient notamment aux liens de la Russie avec l'UE, les organisations internationales et les communautés économiques régionales.

La coopération scientifique avec l'UE a été fructueuse au cours de la dernière décennie, ce qu'a confirmé en 2014 la nouvelle prolongation pour cinq ans de l'accord de coopération dans le domaine de la science et de la technologie entre la Communauté européenne et le gouvernement de la Fédération de Russie. La feuille de route de la création de l'Espace commun UE-Russie de la recherche et de l'éducation est également en cours de mise en œuvre. Elle vise, entre autres, une valorisation de la collaboration en matière de recherche et de technologies spatiales. L'accord de coopération entre la Communauté européenne de l'énergie atomique et le gouvernement de la Fédération de Russie dans le domaine du contrôle de la sûreté nucléaire, signé en 2001, est aujourd'hui en vigueur. Une déclaration commune sur le Partenariat pour la modernisation a été signée lors du sommet UE-Russie en 2010.

La Fédération de Russie participe également aux travaux de plusieurs centres de recherche européens, dont l'Organisation européenne pour la recherche nucléaire (CERN) en Suisse et l'Installation européenne de rayonnement synchrotron (ESRF) en France, ainsi qu'au projet de laser à électrons libres à rayons X en Allemagne. Elle participe également activement à plusieurs projets scientifiques internationaux de grande envergure, dont la construction du réacteur expérimental thermonucléaire international (ITER) en France et le Centre de recherche sur les antiprotons et les ions (FAIR) en Allemagne. La Fédération de Russie abrite également l'Institut unifié de recherches nucléaires à Doubna, qui emploie plus de 1 000 chercheurs russes et étrangers et accueille presque autant de visiteurs étrangers pour des séjours temporaires chaque année.

Forts de leur participation relativement active aux précédents programmes-cadres de l'UE pour la recherche et l'innovation, les centres et les universités de recherche russes devraient participer au nouveau programme européen Horizon 2020 (2014-2020), en tant que membres de consortiums internationaux.
Cette coopération est coordonnée par un comité conjoint. Parallèlement, des groupes de travail conjoints ont été établis pour gérer des appels à projets communs lancés dans des domaines de recherche spécifiques et cofinancés par des programmes connexes de l'UE et de la Fédération de Russie.

La Fédération de Russie tisse également des liens bilatéraux avec les pays européens par le biais d'organisations et de projets internationaux, tels que le Réseau pour la science et l'innovation au Royaume-Uni ou la collaboration franco-russe sur le changement climatique.

L'année de la science UE-Russie en 2014 a donné le coup d'envoi de nombreuses activités, notamment le lancement de projets conjoints comme Interact (recherche arctique), Supra (simulateurs de vol de nouvelle génération), Diabimmune (traitements prophylactiques contre le diabète et les maladies auto-immunes) et Hopsa/Apos (utilisation améliorée de supercalculateurs dans la science et l'industrie) [Ministère de l'éducation et de la science, 2014].

Les tensions politiques nuisent à la coopération entre l'UE et la Russie

Les sanctions économiques imposées par l'UE à la Fédération de Russie en 2014 freinent la coopération dans certains domaines, tels que les technologies militaires à double usage, les équipements et les technologies du secteur énergétique, les services liés à l'exploration pétrolière en eaux profondes ou dans l'Arctique, et l'exploration des hydrocarbures issus de schistes bitumineux. À terme, c'est toute la coopération scientifique qui risque de pâtir de ces sanctions[17].

Ces 20-25 dernières années, la Fédération de Russie a également développé une coopération non négligeable avec les États-Unis dans des domaines clés comme la recherche spatiale, l'énergie nucléaire, les TIC, la fusion thermonucléaire contrôlée, la physique des plasmas et les propriétés fondamentales de la matière. Cette coopération a impliqué des universités et des organismes de recherche renommés des deux pays, notamment l'Université d'État de Moscou et l'Université de Saint-Pétersbourg, les laboratoires nationaux de Brookhaven et de Fermi, et l'Université de Standford. La confiance mutuelle a atteint un tel niveau que les États-Unis ont fait appel au vaisseau spatial russe pour transporter leurs astronautes vers la Station spatiale internationale après l'arrêt de leur programme de navette spatiale en 2011.

17. Voir http://europa.eu/newsroom/highlights/special-coverage/eu_sanctions/index_en.htm#5.

Cependant, les relations entre les deux pays subissent aujourd'hui le contrecoup des récentes tensions politiques à propos de l'Ukraine. Par exemple, les efforts conjoints dans le domaine de l'approvisionnement en matières nucléaires ont été suspendus après l'annonce par le Ministère américain de l'énergie de la fin de la coopération en avril 2014. Pour l'heure, la coopération entre la Fédération de Russie et les États-Unis se poursuit dans certains centres de recherche et universités. Le principe d'une telle coopération a notamment été approuvé lors d'une réunion du conseil consultatif scientifique de Skolkovo organisée en novembre 2014 à l'Université de Standford. Plusieurs domaines ont alors été choisis pour des activités conjointes : la recherche sur le cerveau et d'autres biosciences, le diagnostic moléculaire, la surveillance de l'environnement et la prévision des catastrophes naturelles et technogéniques.

Essor de la collaboration avec l'Asie

La collaboration avec l'Association des nations de l'Asie du Sud-Est comprend actuellement des activités conjointes dans des secteurs de haute technologie comme le développement commercial de l'espace (tourisme spatial), la prospection et l'extraction de minerais (y compris à l'aide de la technologie spatiale), le génie des matériaux, la médecine, l'informatique et les télécommunications. Des projets de collaboration sont également mis en œuvre dans les domaines des énergies renouvelables, des biotechnologies, de l'énergie atomique et de l'éducation. En 2014 a eu lieu au Viet Nam une grande présentation de technologies russes destinées à l'exportation. Cet évènement a débouché sur une série d'accords concrets visant à lancer des projets dans les domaines des technologies de la navigation, des biotechnologies agricoles, de l'énergie et des produits pharmaceutiques. Un accord a également été conclu en 2011 permettant au Viet Nam de développer son énergie nucléaire à l'aide de technologies et d'équipements russes.

La République de Corée coopère avec la Fédération de Russie dans le domaine de l'exploration de l'Antarctique. Lancée en 2012, cette coopération prévoit la construction d'une deuxième base scientifique coréenne, un soutien à la formation en matière de navigation dans les glaces, l'accompagnement du navire brise-glace coréen Araon, un échange d'informations et la réalisation de travaux de recherche conjoints sur les bactéries psychrophiles. Depuis 2013, les deux pays ont également renforcé leur coopération dans le secteur des produits pharmaceutiques. L'Institut de recherche sur la diversité chimique et SK Biopharmaceuticals, côté russe, et l'Institut Pasteur Korea, côté coréen, collaborent dans des domaines tels que la recherche préclinique, les essais cliniques, la mise au point de nouveaux traitements antituberculeux, etc. Par ailleurs le Centre russe de haute technologie ChimRar et la firme coréenne Dong-A Pharmaceutical Co. Ltd sont en train de créer une coentreprise de biotechnologie pour mener des activités de recherche et développement visant à mettre au point des traitements innovants contre les maladies du système nerveux central.

La collaboration bilatérale dynamique entre la Fédération de Russie et la Chine repose sur le traité de bon voisinage, d'amitié et de coopération que les deux pays ont signé en 2001 et dont la mise en œuvre fait l'objet de plans quadriennaux régulièrement renouvelés depuis. Ce traité sert de base à diverses formes de coopération, dont près de 40 projets de collaboration, l'échange d'étudiants au niveau secondaire et supérieur et l'organisation conjointe de conférences et de symposiums. Des dizaines de projets conjoints sont mis en œuvre à grande échelle. Ils concernent la construction de la première ligne électrique à très haute tension en Chine, la création d'un réacteur expérimental à neutrons rapides, la réalisation de missions de prospection géologique en Fédération de Russie et en Chine, et la recherche conjointe dans les domaines de l'optique, de la transformation des métaux, de l'hydraulique, de l'aérodynamique et des piles à combustible à oxyde solide. Parmi les autres priorités de la coopération russo-chinoise dans le domaine de la haute technologie, on peut citer les lasers industriels et médicaux, la technologie informatique, l'énergie, l'environnement, la chimie, la géochimie, les procédés catalytiques, les nouveaux matériaux (polymères, pigments, etc.), auxquels s'est ajoutée plus récemment la fabrication en commun d'un avion civil long-courrier. Les paramètres de base de l'appareil ont déjà été élaborés, ainsi qu'une liste des principales technologies et un plan commercial qui a été soumis pour approbation.

La Fédération de Russie et la Chine collaborent également dans le domaine de la navigation par satellite, au travers d'un projet rassemblant Glonass (l'équivalent russe du GPS) et Beidou (le système régional de navigation par satellite chinois). Les deux pays se sont aussi lancés dans l'étude conjointe des planètes du système solaire. Une entreprise russe résidente de Skolkovo, Optogard Nanotech, et l'entreprise chinoise Shandong Trustpipe Industry Group ont signé en 2014 un accord de long terme visant à promouvoir les technologies russes en Chine. En 2014, l'Université d'État de Moscou, la Russian Venture Company (société russe de capital-risque) et la société de construction chinoise Chzhoda ont également signé un accord pour intensifier la coopération dans le domaine des technologies en vue de créer des maisons et des villes « intelligentes » (voir aussi l'encadré 23.1).

D'abord centrée sur des échanges de connaissances et de projets, la collaboration russo-chinoise tend désormais à privilégier les coentreprises. Depuis 2003, des technoparcs conjoints sont opérationnels dans les villes chinoises de Harbin, Changchun et Yantai, entre autres. Il est prévu d'y fabriquer des avions militaires et civils, des engins spatiaux, des turbines à gaz et d'autres gros équipements faisant appel aux innovations les plus récentes, et d'y produire à grande échelle des technologies russes mises au point par l'antenne sibérienne de l'Académie russe des sciences.

Ces dernières années, le gouvernement russe a levé plusieurs barrières administratives afin de renforcer la coopération avec ses partenaires internationaux. Par exemple, la procédure de demande de visa a été simplifiée, de même que la réglementation en matière d'emploi et de douanes, afin d'encourager la mobilité des chercheurs et les échanges d'équipement et de matériel de recherche dans le cadre des projets de collaboration.

CONCLUSION

L'élaboration des politiques devrait se faire à plus long terme

Malgré la situation économique et géopolitique complexe qui prévaut actuellement, la Fédération de Russie est bien décidée à consolider son système national d'innovation et à poursuivre la coopération internationale. Ainsi, le Ministre de l'éducation et de la science, Dmitri Livanov, déclarait-il à la revue *Nature* en janvier 2015 : « Il n'y aura pas de réduction substantielle du budget de la science du fait de la situation économique actuelle. Je suis convaincu que la coopération scientifique ne doit pas pâtir de changements temporaires sur le plan économique ou politique. Après tout, la production de connaissances et de technologies nouvelles est un processus mutuellement bénéfique » (Schiermeier, 2015).

Le paysage scientifique et technologique en rapide mutation – marqué par des évolutions permanentes de l'offre et de la demande d'innovation – pousse les décideurs politiques à penser sur le long terme et à s'attaquer aux défis émergents. Compte tenu de l'évolution rapide de la situation économique et géopolitique mondiale, à laquelle s'ajoute la concurrence internationale de plus en plus forte, le gouvernement et les entreprises publiques et privées devraient mettre plus de zèle dans leurs investissements. Dans cette optique, les futures réformes politiques de la Fédération de Russie devraient inclure :

- Un soutien préférentiel ciblant les centres d'excellence performants, tenant compte des normes internationales de qualité en matière de recherche et du potentiel des centres à s'insérer dans les réseaux mondiaux ; les priorités de recherche devraient s'inspirer des recommandations de *Prospective – 2030* ;
- Une meilleure planification stratégique et des exercices de prospective technologique sur le long terme plus précis ; une tâche importante à court terme sera de garantir la cohérence des études prospectives, de la planification stratégique et de l'élaboration des politiques aux niveaux national, régional et sectoriel et de s'assurer que les priorités nationales font l'objet de plans d'action ;
- Un soutien financier plus important en faveur de la recherche menée par les principaux instituts de recherche et universités, et des mesures les incitant à collaborer avec les entreprises et les investisseurs ;
- La poursuite du développement du financement concurrentiel de la recherche, associée à une évaluation régulière des dépenses budgétaires réalisées dans ce domaine ;
- Des mesures visant à stimuler l'innovation technologique et organisationnelle dans l'industrie et les services, notamment des subventions pour les entreprises innovantes (en particulier celles qui sont engagées dans des activités de substitution des importations), des crédits d'impôt pour les sociétés qui investissent dans des entreprises de haute technologie, un éventail plus large d'incitations pour les entreprises investissant dans la R&D, telles que des abattements fiscaux et des fonds de capital-risque ;
- Des évaluations régulières des mécanismes institutionnels mis en œuvre pour soutenir l'innovation (plates-formes technologiques, par exemple), et le suivi du niveau de leur financement et de leurs performances.

Il est évident que la science, la technologie et l'innovation se développeront de manière plus soutenue dans les secteurs qui attirent le plus de ressources, tels que les combustibles et l'énergie, les industries de haute technologie traditionnelles, etc. Cependant, nous anticipons également un développement significatif de la STI dans des secteurs concurrentiels émergents, tels que la fabrication de pointe, les nanotechnologies, le génie logiciel et les neurotechnologies, qui remplissent déjà les conditions nécessaires pour affronter la concurrence internationale.

Afin de renforcer la STI russe dans le contexte de concurrence mondiale qui est le nôtre actuellement, la Fédération de Russie devrait mettre en place un environnement favorable à l'investissement, à l'innovation, au commerce et aux affaires, notamment en introduisant des incitations fiscales et en allégeant les formalités douanières. L'Initiative nationale pour la technologie, adoptée en 2015, vise à permettre aux entreprises russes de conquérir une part des futurs marchés émergents.

Il est capital de lever les obstacles administratifs qui bloquent l'accès aux marchés et le développement des start-up ; la libéralisation du marché de la propriété intellectuelle devrait également être poursuivie en réduisant progressivement le rôle de l'État dans sa gestion et en augmentant le nombre de détenteurs de droits, grâce à des mesures de soutien visant à renforcer la demande d'innovation. Certains de ces aspects ont été pris en compte dans le plan d'action adopté en 2015 pour mettre en œuvre la *Stratégie de la Fédération de Russie pour un développement innovant à l'horizon 2020* – dont l'impact sera étudié dans la prochaine édition du *Rapport de l'UNESCO sur la science.*

OBJECTIFS PRINCIPAUX DE LA FÉDÉRATION DE RUSSIE

- Augmenter la productivité de la main-d'œuvre de 150 % d'ici 2018 ;
- Augmenter la part des industries de haute technologie dans le PIB de 130 % entre 2011 et 2018 ;
- Porter les recettes des exportations de produits de nanotechnologie à 300 milliards de roubles d'ici 2020 ;
- Faire passer le ratio DIRD/PIB de 1,12 % en 2012 à 1,77 % en 2018 ;
- Porter le salaire moyen des chercheurs à 200 % du salaire moyen de la région où ils sont installés à l'horizon 2018 ;
- Faire passer la part des DIRD exécutée par les universités de 9 % en 2013 à 11,4 % en 2015, puis 13,5 % d'ici 2018 ;
- Porter le financement total des fondations scientifiques publiques à 25 milliards de roubles d'ici 2018 ;
- Faire passer la part des publications mondiales russes indexées par la plate-forme de recherche Web of Science de 1,92 % en 2013 à 2,44 % d'ici 2015.

RÉFÉRENCES

Dekhtyaruk, Y., Karyshev, I., Korableva, M., Velikanova, N., Edelkina, A., Karasev, O., Klubova, M., Bogomolova, A. et Dyshkant, N. (2014) *Foresight in civil shipbuilding – 2030*. Foresight – Russia, 8(2) : p. 30-45.

Gershman, M. et Kuznetsova, T. (2014) *Performance-related pay in the Russian R&D sector*. *Foresight – Russia*, 8(3) : p. 58-69.

Gershman, M. et Kuznetsova, T. (2013) *The 'effective' contract in science: the model's parameters*. *Foresight – Russia*, 7(3) : p. 26-36.

Gokhberg, L., Kitova, G., Kuznetsova, T. et Zaichenko, S. (2011) *Science Policy: a Global Context and Russian Practice*. École des hautes études en sciences économiques : Moscou.

Gokhberg, L. et Kuznetsova, T. (2011a) *Strategy 2020: a new framework for innovation policy*. *Foresight – Russia*, 5(4) : p. 40-46.

Gokhberg, L. et Kuznetsova, T. (2011b) *S&T and innovation in Russia: Key Challenges of the Post-Crisis Period*. *Journal of East-West Business*, 17(2–3) : p. 73-89.

HSE (2015a) *Science Indicators: 2015*. *Data book*. Données de l'OCDE. École des hautes études en sciences économiques : Moscou.

HSE (2015b) *Indicators of Innovation Activities: 2015. Data book*. Données de l'OCDE. École des hautes études en sciences économiques : Moscou.

HSE (2014a) *Education in Figures: 2014. Brief data book*. École des hautes études en sciences économiques : Moscou.

HSE (2014b) *Science. Innovation. Information Society: 2014. Brief data book*. École des hautes études en sciences économiques : Moscou.

HSE (2014c) *Foresight for Science and Technology Development in the Russian Federation until 2030*. École des hautes études en sciences économiques : Moscou.
Voir www.prognoz2030.hse.ru.

HSE (2014d) *Education in the Russian Federation: 2014. Data book*. École des hautes études en sciences économiques : Moscou.

Kuznetsova, T. (2013) *Russia*. In *BRICS National System of Innovation. The Role of the State*. Scerri, V. et Lastres H.M.M. (dir.). Routledge.

Kuznetsova, T., Roud, V. et Zaichenko, S. (2014) *Interaction between Russian enterprises and scientific organizations in the field of innovation*. *Foresight – Russia*, 8(1) : p. 2-17.

Meissner, D., Gokhberg, L. et Sokolov, A. (dir.) (2013) *Science, Technology and Innovation Policy for the Future: Potential and Limits of Foresight Studies*. Springer.

Ministère de l'éducation et de la science (2014) *EU-Russia Year of Science*. Moscou.

OCDE (2011) *Vers une croissance verte*. Organisation de coopération et de développement économiques : Paris.

Rusnano (2014) *The Nanoindustry in Russia: Statistical Data Book*, 2011-2014. Moscou.

Rusnano (2013) *Annual Report 2013*. Moscou.

Schiermeier, Q. (2015) *Russian science minister explains radical restructure*. Nature, 26 janvier.

Stone, R. (2014) *Embattled President Seeks New Path for Russian Academy*. Science, 11 février. Voir http://news.sciencemag.org.

TASS (2014) *Sanctions likely to pose risks for Russia to fall behind in technology – Medvedev*. TASS Russian News Agency, 19 septembre.

Université Cornell, INSEAD et OMPI (2014) *L'indice mondial 2014: de l'innovation : le facteur humain dans l'innovation*. Université Cornell et Organisation mondiale de la propriété intellectuelle. Ithaca (États-Unis), Fontainebleau (France) et Genève (Suisse).

Leonid Gokhberg, né en 1961 en Fédération de Russie, est directeur de l'Institut des études statistiques et de l'économie du savoir de l'École des hautes études en sciences économiques de Moscou, dont il est aussi le premier vice-recteur. Il est titulaire d'un doctorat et d'un diplôme « Docteur ès science » en économie. M. Gokhberg a publié plus de 400 articles et participé à plus de 20 projets internationaux.

Tatiana Kuznetsova, née en 1952 en Fédération de Russie, est directrice du Centre pour la science, la technologie, l'innovation et les politiques de l'information à l'Institut des études statistiques et de l'économie du savoir de l'École des hautes études en sciences économiques de Moscou. Elle est titulaire d'un doctorat en économie délivré par l'Université d'État de Moscou. Mme Kuznetsova a publié plus de 300 articles et participé à plus de 10 projets internationaux.

En Asie centrale, les progrès sont freinés par la faiblesse des investissements dans la recherche et le développement.

Nasiba Mukhitidinova



Une « machine volante » exposée à la Foire de l'innovation de Tachkent en 2014.
Photo : © Nasiba Mukhitidinova

14. Asie centrale

Kazakhstan, Kirghizistan, Ouzbékistan, Tadjikistan, Turkménistan

Nasiba Mukhitidinova

INTRODUCTION

Une reprise rapide après la crise financière mondiale

Les économies des pays d'Asie centrale sont sorties relativement indemnes de la crise financière mondiale de 2008-2009. L'Ouzbékistan a connu une croissance élevée (plus de 7 %) tout au long de la dernière décennie et le Turkménistan[1] a même frôlé le seuil des 15 % de croissance (14,7 %) en 2011. La performance du Kirghizistan a été plus irrégulière, mais cette tendance est antérieure à 2008 (voir figure 14.1).

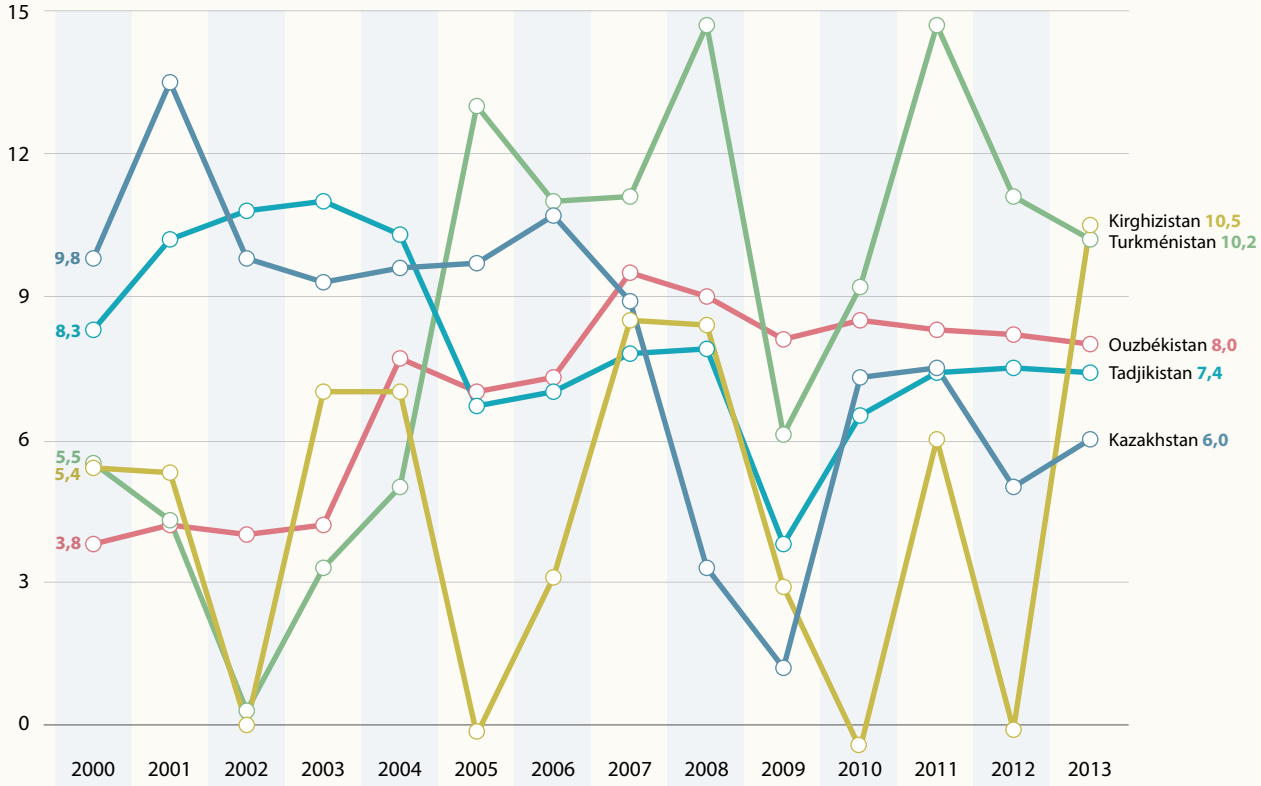
Les pays qui ont enregistré les meilleurs résultats sont ceux qui ont su tirer profit du boom des matières premières. Le Kazakhstan et le Turkménistan possèdent d'abondantes réserves de pétrole et de gaz naturel et l'Ouzbékistan est plus ou moins autosuffisant grâce à ses ressources. Le Kirghizistan, le Tadjikistan et l'Ouzbékistan ont des réserves d'or et le Kazakhstan possède les plus grandes réserves d'uranium du monde. Le Tadjikistan a été le plus durement touché par les fluctuations de la demande mondiale en coton, aluminium et autres métaux (à l'exception de l'or) de ces dernières années, l'aluminium et le coton brut étant ses principales exportations. L'entreprise Talco (Tajik Aluminium Company) constitue le principal actif industriel du pays. En janvier 2014, le Ministre de l'agriculture a annoncé l'intention du gouvernement de réduire la surface des terres consacrées au coton afin de faire de la place pour d'autres cultures. L'Ouzbékistan et le Turkménistan sont eux-mêmes d'importants exportateurs de coton, se classant respectivement aux 5e et 9e rang mondial en termes de volume exporté.

Malgré une croissance remarquable des exportations comme des importations au cours de la dernière décennie, ces pays demeurent vulnérables aux chocs économiques, du fait de leur dépendance à l'égard des exportations de matières premières, d'un nombre limité de partenaires commerciaux et de la faiblesse de leur industrie manufacturière. Le Kirghizistan présente l'inconvénient supplémentaire d'être considéré comme un pays pauvre en ressources, bien qu'il dispose d'importantes réserves d'eau. La majeure partie de l'électricité du pays est produite par des centrales hydroélectriques.

L'économie kirghize a subi une série de chocs entre 2010 et 2012. En avril 2010, le Président Kourmanbek Bakiev a été renversé

1. Le Turkménistan a réduit sa dette extérieure à seulement 1,6 % du PIB en 2012 (contre 35 % en 2002). Celle de l'Ouzbékistan atteint quant à elle 18,5 % du PIB (2012). Celle du Kazakhstan, restée relativement stable, s'élevait à 66 % du PIB en 2012, tandis que celle du Tadjikistan est passée de 36 % du PIB en 2008 à 51 %. Au Kirghizistan, la dette extérieure reste élevée, 89 %, alors qu'elle était tombée à 71 % en 2009. Source : Base de données du SESRIC, consultée en juillet 2014.

Figure 14.1 : **Tendances en matière de croissance du PIB en Asie centrale, 2000-2013** (%)



Source : Banque mondiale (2014) *Perspectives économiques mondiales,* tableau A1.1, p. 100.

par un soulèvement populaire et provisoirement remplacé par l'ancienne Ministre des affaires étrangères Roza Otounbaïeva jusqu'à l'élection d'Almazbek Atambaev en novembre 2011. Le prix des denrées alimentaires a augmenté pendant deux années consécutives et en 2012, la production de la grande mine d'or de Kumtor a chuté de 60 %, suite à des perturbations sur le site dues à des mouvements géologiques. Selon la Banque mondiale, le pourcentage de la population vivant sous le seuil de pauvreté absolue est passé de 33,7 % en 2010 à 36,8 % en 2011.

Une importance stratégique croissante

Les États d'Asie centrale, qui sont tous d'anciennes républiques soviétiques, partagent une histoire et une culture communes. Leur importance stratégique ne cesse de grandir, en raison de leur position de carrefour entre l'Europe et l'Asie et de leurs vastes ressources minérales. Les cinq États sont membres de différentes organisations internationales, dont l'Organisation pour la sécurité et la coopération en Europe, l'Organisation de coopération économique et l'Organisation de coopération de Shanghai[2].

Par ailleurs, ils sont également membres du Programme de coopération économique régionale en Asie centrale (CAREC), aux côtés de l'Afghanistan, de l'Azerbaïdjan, de la Chine, de la Mongolie et du Pakistan. . En novembre 2011, les 10 États membres du Programme ont adopté un Cadre stratégique *CAREC 2020*, un plan visant à renforcer la coopération régionale, qui prévoit d'investir 50 milliards de dollars des États-Unis sur 10 ans dans des projets prioritaires dans les domaines du transport, du commerce et de l'énergie, afin d'améliorer la compétitivité des États membres[3]. Du fait de leur enclavement, les États d'Asie centrale sont conscients de la nécessité de coopérer pour entretenir et développer leurs réseaux de transport et leurs systèmes énergétiques, de communication et d'irrigation. Seuls le Kazakhstan et le Turkménistan sont situés au bord de la mer Caspienne et aucun des cinq États n'a d'accès direct à un océan, ce qui complique l'acheminement de leurs hydrocarbures, en particulier, vers les marchés mondiaux.

Le Kirghizistan et le Tadjikistan sont membres de l'Organisation mondiale du commerce, depuis 1998 et 2013 respectivement, et le Kazakhstan souhaite également y adhérer. L'Ouzbékistan et le Turkménistan ont quant à eux adopté une politique d'autosuffisance, qui se traduit, entre autres, par un rôle moins important des investissements directs étrangers (IDE). En Ouzbékistan, l'État contrôle quasiment tous les secteurs stratégiques de l'économie (notamment l'agriculture, le secteur manufacturier et la finance), et réserve aux investisseurs étrangers des secteurs moins vitaux comme le tourisme (Stark et Ahrens, 2012).

Le 29 mai 2014, le Kazakhstan a signé un accord avec le Bélarus et la Fédération de Russie, donnant ainsi naissance à l'Union économique eurasienne. Ils ont été rejoints par l'Arménie en octobre 2014 et le Kirghizistan en décembre de la même année. L'Union est entrée en vigueur le 1er janvier 2015, quatre ans après la levée des barrières commerciales entre les trois pays fondateurs dans le cadre de l'Union douanière d'origine. Bien que l'accord porte essentiellement sur la coopération économique, il comprend également des dispositions relatives à la libre circulation de la main-d'œuvre et des règles unifiées en matière de brevets, dont les scientifiques pourraient bénéficier[4].

La transformation des cinq États en « Léopards des neiges » d'Asie centrale n'est pas pour demain

Depuis leur indépendance il y a plus de vingt ans, les pays d'Asie centrale sont progressivement passés d'une économie dirigée à une économie de marché. À terme, l'objectif est de suivre l'exemple des Tigres asiatiques en devenant l'équivalent local : les Léopards des neiges d'Asie centrale. Les réformes ont toutefois été adoptées au compte-goutte et sélectives, les gouvernements cherchant à limiter le coût social et à améliorer le niveau de vie dans une région dont la croissance démographique est en moyenne de 1,4 % par an.

L'ensemble des cinq pays de la région mettent en œuvre des réformes structurelles pour améliorer leur compétitivité. En particulier, ils ont modernisé le secteur industriel et encouragé le développement du secteur des services par le biais de politiques fiscales favorables aux entreprises et d'autres mesures, dans l'objectif de réduire la part de l'agriculture dans le PIB (figure 14.2). Entre 2005 et 2013, la part de l'agriculture a reculé partout sauf au Tadjikistan, où elle a progressé au détriment de l'industrie. Le secteur industriel a enregistré la plus forte progression au Turkménistan, mais c'est le secteur des services qui a connu la plus forte croissance dans les quatre autres pays.

Les politiques publiques adoptées par les États d'Asie centrale aspirent à protéger les sphères politique et économique des chocs extérieurs. Elles visent notamment à conserver une balance commerciale positive, à réduire au minimum la dette publique et à accumuler des réserves nationales. Les pays de la région ne peuvent toutefois pas s'isoler complètement des facteurs externes négatifs comme la faiblesse persistante de la reprise de la production industrielle mondiale et du commerce international depuis 2008.

D'après Spechler (2008), le programme de privatisation a été le plus rapide au Kazakhstan, dont les deux tiers des entreprises avaient été privatisées en 2006. Les prix y sont presque complètement fixés par le marché, et les banques et autres institutions financières y sont bien plus solidement établies que partout ailleurs dans la région. Le gouvernement peut dialoguer avec les entreprises privées par l'intermédiaire d'Atameken, une association de plus de 1 000 entreprises de différents secteurs, et avec les investisseurs privés par le biais du Conseil des investisseurs étrangers, créé en 1998. Le Kazakhstan reste néanmoins attaché à un capitalisme d'État et les entreprises publiques dominent encore aujourd'hui les secteurs stratégiques. Pour faire face à la crise financière mondiale de 2008, le gouvernement kazakh a intensifié son rôle dans l'économie alors même qu'il avait créé la même année un fonds souverain, Samruk Kazyna, pour poursuivre le processus de privatisation des entreprises d'État (Stark et Ahrens, 2012).

2. Voir l'annexe 1 pour la liste des États membres des organisations internationales citées ici, p. 736-739.

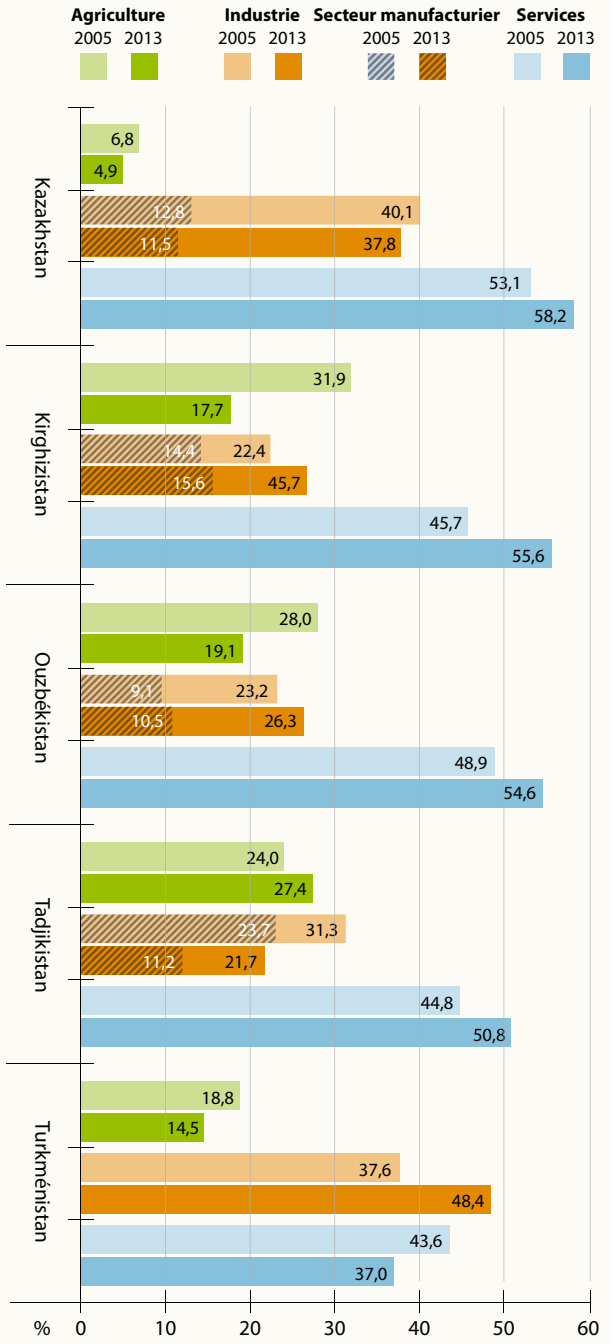
3. Le programme CAREC a été établi en 1997. En 2003, il s'est associé à six organisations multilatérales pour intégrer la coopération régionale dans les domaines des transports, du commerce et de l'énergie, notamment le développement des infrastructures : la Banque asiatique de développement (qui en assure le secrétariat depuis 2001), la Banque européenne pour la reconstruction et le développement, la Banque islamique de développement, la Banque mondiale, le Fonds monétaire international et le Programme des Nations Unies pour le développement (PNUD).

4. Lors de son entrée ne vigueur le 1er janvier 2015, l'Union économique eurasienne a remplacé la Communauté économique eurasienne.

Un taux d'alphabétisation élevé et un niveau de développement moyen

Malgré des taux de croissance élevés ces dernières années, seuls deux des cinq pays d'Asie centrale ont un PIB par habitant supérieur à la moyenne des pays en développement : le Kazakhstan (23 206 dollars PPA en 2013) et le Turkménistan (14 201 dollars PPA). Ce chiffre n'atteint que 5 167 dollars PPA en Ouzbékistan, qui abrite 45 % de la population de la région, et est encore plus faible au Kirghizistan et au Tadjikistan.

Figure 14.2 : **Répartition du PIB des pays d'Asie centrale par secteur économique, 2005 et 2013** (%)



Remarque : Pour le Turkménistan, les données les plus récentes datent de 2012.

Source : Banque mondiale, Indicateurs du développement dans le monde, septembre 2014.

Au niveau régional, tous les adultes sont alphabétisés et toute personne venant au monde aujourd'hui a une espérance de vie moyenne de 67,8 ans. Selon la classification du PNUD, l'Asie centrale a un niveau moyen de développement humain. Le Kazakhstan est parvenu à remonter de 13 points dans le classement de l'Indice de développement humain entre 2009 et 2013. Le Turkménistan et l'Ouzbékistan ont suivi cette tendance, avec une évolution respective de 7 et 5 points. Le Kirghizistan a quant à lui perdu 5 points.

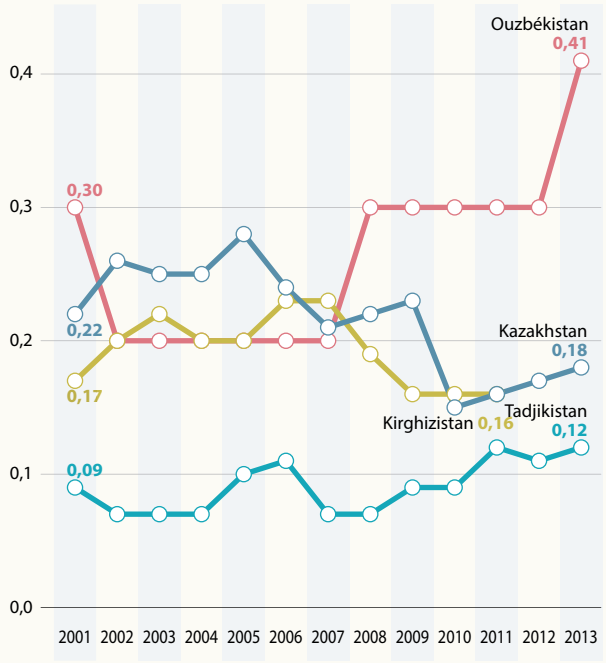
En 2013, l'Institut de la Terre a cherché à mesurer le bonheur dans 156 pays. Il en ressort que les Kazakhs (57e), les Turkmènes (59e) et les Ouzbeks (60e) étaient plus heureux que la moyenne, contrairement aux Kirghizes (89e) et surtout aux Tadjiks (125e).

TENDANCES EN MATIÈRE D'ÉDUCATION ET DE RECHERCHE

Faiblesse chronique de l'investissement dans la R&D

La faiblesse chronique de l'investissement dans la R&D est un trait commun aux cinq pays d'Asie centrale. Au cours de la dernière décennie, le Kazakhstan et le Kirghizistan ont eu des difficultés à maintenir la part des dépenses intérieures brutes de R&D (DIRD) dans le PIB à hauteur de 0,2 %. L'Ouzbékistan a redoublé d'efforts dans ce domaine, portant le ratio DIRD/PIB à 0,4 % en 2013 (figure 14.3). Le Kazakhstan a annoncé des plans pour hisser son ratio DIRD/PIB à 1 % d'ici 2015 (voir p. 374), un objectif qu'il sera difficile d'atteindre tant que le taux de croissance annuel restera élevé.

Figure 14.3 : **Ratio DIRD/PIB en Asie centrale 2001-2013**



Remarque : Données non disponibles pour le Turkménistan.

Source : Base de données de l'Institut de statistique de l'UNESCO, juillet 2014 ; pour l'Ouzbékistan, Comité de coordination du développement scientifique et technologique.

Priorité aux universités et aux infrastructures de recherche

Les gouvernements des pays d'Asie centrale ont tous adopté une stratégie identique visant à mettre en place des réformes progressives et sélectives dans le domaine des sciences et de la technologie (S&T). Deux centres de recherche seulement ont été créés dans la région entre 2009 et 2014 (tous deux en Ouzbékistan, voir p. 383), ce qui porte le nombre total de ces institutions à 838.

Les autres pays ont même réduit de moitié le nombre de leurs centres de recherche nationaux entre 2009 et 2013. Créés à l'ère soviétique pour apporter des solutions aux problèmes nationaux, ces centres ont depuis été rendus obsolètes par le développement des nouvelles technologies et l'évolution des priorités nationales. Le Kazakhstan et le Turkménistan ont l'un et l'autre entrepris de créer des technoparcs et de regrouper les établissements existants pour constituer des pôles de recherche. Aidées par une forte croissance économique dans tous les pays à l'exception du Kirghizistan, les stratégies nationales de développement promeuvent les nouvelles industries de haute technologie et la mise en commun des ressources, et orientent l'économie vers les marchés d'exportation.

Trois universités ont été créées ces dernières années en Asie centrale afin de relever le niveau de compétence dans des domaines économiques stratégiques : l'Université Nazarbaïev au Kazakhstan (qui a accueilli sa première promotion en 2011), l'Université Inha en Ouzbékistan, spécialisée dans les TIC, et l'Université internationale du pétrole et du gaz au Turkménistan (qui ont toutes deux accueilli leur première promotion en 2014). Ces pays s'efforcent d'accroître l'efficacité des industries extractives traditionnelles, mais entendent aussi faire un plus ample usage des TIC et d'autres technologies modernes pour développer le secteur des entreprises, l'éducation et la recherche. Le taux d'accès à l'Internet varie fortement d'un pays à l'autre. Si plus d'un Kazakh sur deux (54 %) et plus d'un Ouzbek sur trois (38 %) étaient connectés en 2013, seuls 23 % des Kirghizes, 16 % des Tadjiks et à peine 10 % des Turkmènes avaient accès à l'Internet.

Encadré 14.1 : **Trois programmes similaires**

Les trois programmes suivants illustrent les efforts de l'Union européenne (UE) et de la Communauté économique eurasienne pour encourager la collaboration scientifique en Asie centrale.

Le Réseau de coopération internationale en STI pour l'Asie centrale (IncoNet CA)

IncoNet CA a été lancé par l'UE en septembre 2013 pour encourager les pays d'Asie centrale à participer à des projets de recherche dans le cadre d'Horizon 2020, le huitième programme de financement de la recherche et de l'innovation de l'UE (voir chapitre 9). Les projets de recherche mettent l'accent sur trois défis sociétaux considérés comme revêtant un intérêt pour l'UE comme pour l'Asie centrale, à savoir : le changement climatique, l'énergie et la santé. IncoNet CA s'inspire de l'expérience de projets antérieurs de coopération entre l'UE et d'autres régions comme l'Europe de l'Est, le Caucase du Sud et les Balkans de l'Ouest (voir chapitre 12).

IncoNet CA s'attache à créer des jumelages d'établissements de recherche en Asie centrale et en Europe. Il fait appel pour cela à un consortium d'institutions partenaires en Allemagne, en Autriche, en Estonie, en Hongrie, au Kazakhstan, au Kirghizistan, en Ouzbékistan, en Pologne, au Portugal, en République tchèque, au Tadjikistan et en Turquie. En mai 2014, l'UE a lancé un appel à propositions sur 24 mois destiné à des institutions jumelées (universités, entreprises et instituts de recherche). Ces dernières ont pu dans ce cadre solliciter un financement de 10 000 euros maximum pour organiser une visite de leurs installations respectives afin de discuter d'idées de projet ou préparer des évènements conjoints tels que des ateliers. L'appel à proposition bénéficie d'un budget total de 85 000 euros.

Le Programme de biotechnologies innovantes

Le Programme de biotechnologies innovantes (2011-2015) rassemble le Bélarus, la Fédération de Russie, le Kazakhstan et le Tadjikistan. Dans le cadre de ce programme mis en place par la Communauté économique eurasienne, des prix sont accordés lors d'une exposition et d'une conférence annuelles consacrées à la bio-industrie. En 2012, 86 organismes russes, 3 du Bélarus, 1 du Kazakhstan et 3 du Tadjikistan ont participé, ainsi que deux groupes allemands de recherche scientifique.

Vladimir Debabov, directeur scientifique de Genetika, l'Institut étatique de recherche en génétique et de sélection des micro-organismes industriels, en Fédération de Russie, a souligné l'importance cruciale que revêt le développement de la bio-industrie. « Dans le monde actuel, nous avons de plus en plus tendance à remplacer les produits pétrochimiques par des sources biologiques renouvelables, a-t-il déclaré. La croissance de la biotechnologie est deux ou trois fois plus rapide que celle des produits chimiques. »

Le Centre pour les technologies innovantes

Le Centre pour les technologies innovantes est un autre projet de la Communauté économique eurasienne. Il a été établi le 4 avril 2013, suite à la signature d'un accord entre la Russian Venture Company (un « fonds de fonds » d'État et société de capital-risque), l'Agence nationale kazakhe JSC et la Fondation pour l'innovation du Bélarus. Les projets sélectionnés peuvent bénéficier d'un financement compris entre 3 et 90 millions de dollars des États-Unis et sont mis en œuvre dans le cadre de partenariats public-privé. Les premiers projets approuvés concernent les superordinateurs, les technologies spatiales, la médecine, le recyclage du pétrole, les nanotechnologies et l'utilisation écologique des ressources naturelles. Une fois que ces projets initiaux auront débouché sur des produits commercialisables, la société de capital-risque envisage de réinvestir les profits réalisés dans de nouveaux projets.

La société Russian Venture Company n'est pas uniquement une structure économique, elle a également été conçue pour promouvoir un espace économique commun aux trois pays participants.

Source : www.inco-ca.net ; www.expoforum.ru/en/presscentre/2012/10/546 ; http://www.gknt.gov.by/.

Les trois nouvelles universités offrent un enseignement dispensé en anglais et travaillent avec des partenaires aux États-Unis, en Europe et en Asie pour la conception des programmes académiques, l'assurance de la qualité, le recrutement des enseignants et l'admission des étudiants.

La coopération internationale est également une priorité forte des instituts et des pôles de recherche mis en place ces dernières années (encadrés 14.1-14.5). Le mandat de ces centres reflète une volonté d'adopter une approche plus durable de la gestion de l'environnement. Certains d'entre eux projettent par exemple de combiner la R&D dans les industries extractives traditionnelles avec un recours plus fréquent aux énergies renouvelables, en particulier l'énergie solaire.

En juin 2014, le siège du Centre international pour la science et la technologie (ISTC) a été transféré à l'Université Nazarbaïev du Kazakhstan, trois ans après l'annonce par la Fédération de Russie de son retrait. Les installations permanentes du nouveau parc des sciences de l'Université Nazarbaïev devraient être achevées d'ici 2016. L'ISTC a été créé en 1992 par les États-Unis, la Fédération de Russie, le Japon et l'Union européenne (UE) afin d'employer d'anciens scientifiques de l'armement dans des projets de R&D civile[5] et de favoriser les transferts de technologie. Des antennes de l'ISTC ont été établies dans les pays suivants, signataires de l'accord : Arménie, Bélarus, Géorgie, Kazakhstan, Kirghizistan et Tadjikistan (Ospanova, 2014).

Une réforme de l'éducation à géométrie variable selon les pays

Le Kazakhstan consacre une part plus faible de son PIB à l'éducation (3,1 % en 2009) que le Kirghizistan (6,8 % en 2011) et le Tadjikistan (4,0 % en 2012), qui ont toutefois des besoins plus importants en raison d'un niveau de vie plus faible. Tous deux ont mis en œuvre des stratégies nationales pour corriger certaines faiblesses structurelles du secteur de l'éducation : écoles et universités mal équipées, programmes inadaptés et formation insatisfaisante du personnel enseignant.

Le Kazakhstan a considérablement amélioré la qualité de l'éducation au cours de la décennie passée. Le pays envisage désormais de généraliser l'éducation de qualité en mettant d'ici 2020 toutes les écoles secondaires au niveau des normes du réseau des Écoles intellectuelles Nazarbaïev, qui favorisent la pensée critique, la recherche autonome et la maîtrise du kazakh, de l'anglais et du russe. Le gouvernement kazakh s'est également engagé à multiplier le nombre de bourses universitaires de 25 % d'ici 2016. En 2013, le secteur de l'enseignement supérieur représentait 31 % des DIRD et employait plus de la moitié (54 %) des chercheurs (figure 14.5). La nouvelle Université Nazarbaïev a été conçue comme une université internationale de recherche (voir p. 378).

Le Kazakhstan et l'Ouzbékistan généralisent l'enseignement des langues étrangères à l'école, afin de faciliter les liens internationaux. Ils ont tous deux adopté, le premier en 2007 et le second en 2012, un système de diplôme en trois cycles (licence/master/doctorat) qui remplace progressivement le système soviétique des candidats et docteurs ès sciences (tableau 14.1). En 2010, le Kazakhstan est devenu le seul pays d'Asie centrale à adhérer au Processus de Bologne, qui vise à harmoniser les systèmes d'enseignement supérieur en vue de la construction d'un espace européen de l'enseignement supérieur[6]. Plusieurs établissements d'enseignement supérieur du Kazakhstan (dont 90 % sont privés) sont membres de l'Association européenne des universités.

Le Kazakhstan est le seul pays d'Asie centrale dans lequel les entreprises privées et le secteur privé à but non lucratif contribuent de manière significative aux dépenses de R&D (figure 14.5). La situation de l'Ouzbékistan dans ce domaine est au

5. Ces 20 dernières années, l'ISTC a financé plus de 3 000 projets de recherche fondamentale et appliquée par voie de concours dans les domaines de l'énergie, de l'agriculture, de la médecine, des sciences des matériaux, de l'aérospatiale, de la physique, etc. Les scientifiques des pays membres interagissent les uns avec les autres , ainsi qu'avec des centres internationaux tels que l'Organisation européenne pour la recherche nucléaire (CERN), et avec des multinationales comme Airbus, Boeing, Hitachi, Samsung, Philips, Shell et General Electric (Ospanova, 2014).

6. Les autres membres du Processus de Bologne extérieurs à l'Union européenne incluent la Fédération de Russie (depuis 2003), la Géorgie et l'Ukraine (depuis 2005). Les demandes d'adhésion du Bélarus et du Kirghizistan n'ont pas été acceptées.

Tableau 14.1 : **Diplômes de doctorat en science et ingénierie obtenus en Asie centrale, 2013 ou année la plus proche**

	Doctorats		Doctorats en science				Doctorats en sciences de l'ingénieur			
	Total	Femmes %	Total	Femmes %	Total pour 1 000 000 d'habitants	Nombre de femmes titulaires d'un doctorat pour 1 000 000 d'habitants	Total	Femmes %	Total pour 1 000 000 d'habitants	Nombre de femmes titulaires d'un doctorat pour 1 000 000 d'habitants
Kazakhstan (2013)	247	51	73	60	4,4	2,7	37	38	2,3	0,9
Kirghizistan (2012)	499	63	91	63	16,6	10,4	54	63	—	—
Ouzbékistan (2011)	838	42	152	30	5,4	1,6	118	27	—	—
Tadjikistan (2012)	331	11	31	—	3,9	—	14	—	—	—

Remarque : Les doctorats en science portent sur les sciences de la vie, les sciences physiques, les mathématiques et statistiques, et l'informatique ; les doctorats en sciences de l'ingénieur couvrent également l'industrie et la construction. Pour l'Asie centrale, le terme générique de doctorat désigne également les diplômes de candidat et de docteur ès sciences. Données non disponibles pour le Turkménistan.

Source : Institut de statistique de l'UNESCO, janvier 2015.

Tableau 14.2 : **Répartition des chercheurs d'Asie centrale par discipline scientifique et par genre, 2013 ou année la plus proche**

	Nombre total de chercheurs (personnes physiques)				Chercheurs par discipline scientifique (personnes physiques)											
					Sciences naturelles		Sciences de l'ingénieur et technologie		Sciences médicales et de la santé		Sciences agricoles		Sciences sociales		Sciences humaines	
	Nombre total de chercheurs	par million d'hab.	Nombre de femmes	Femmes (%)	Total	Femmes (%)	Total	Femmes (%)	Total	Femmes (%)	Total	Femmes (%)	Total	Femmes (%)	Total	Femmes (%)
Kazakhstan (2013)	17 195	1 046	8 849	51,5	5 091	51,9	4 996	44,7	1 068	69,5	2 150	43,4	1 776	61,0	2 114	57,5
Kirghizistan (2011)	2 224	412	961	43,2	593	46,5	567	30,0	393	44,0	212	50,0	154	42,9	259	52,1
Ouzbékistan (2011)	30 890	1 097	12 639	40,9	6 910	35,3	4 982	30,1	3 659	53,6	1 872	24,8	6 817	41,2	6 650	52,0
Tadjikistan (2013)	2 152	262	728	33,8	509	30,3	206	18,0	374	67,6	472	23,5	335	25,7	256	34,0

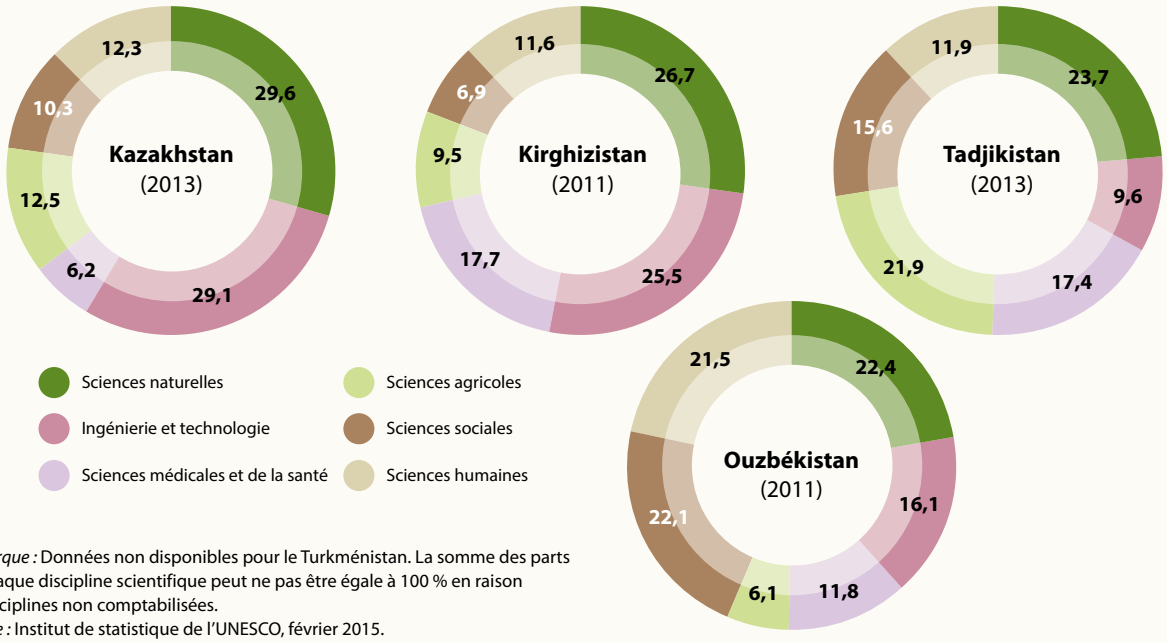
Remarque : Données non disponibles pour le Turkménistan. La somme des sous-totaux par discipline scientifique peut différer du total en raison de disciplines non comptabilisées.

Source : Institut de statistique de l'UNESCO, février 2015.

contraire particulièrement fragile, le pays dépendant fortement de l'enseignement supérieur : les trois quarts des chercheurs ouzbeks, dont beaucoup approchent de l'âge de la retraite, sont employés par le secteur universitaire, alors que 30 % de la jeune génération ne détient aucun diplôme.

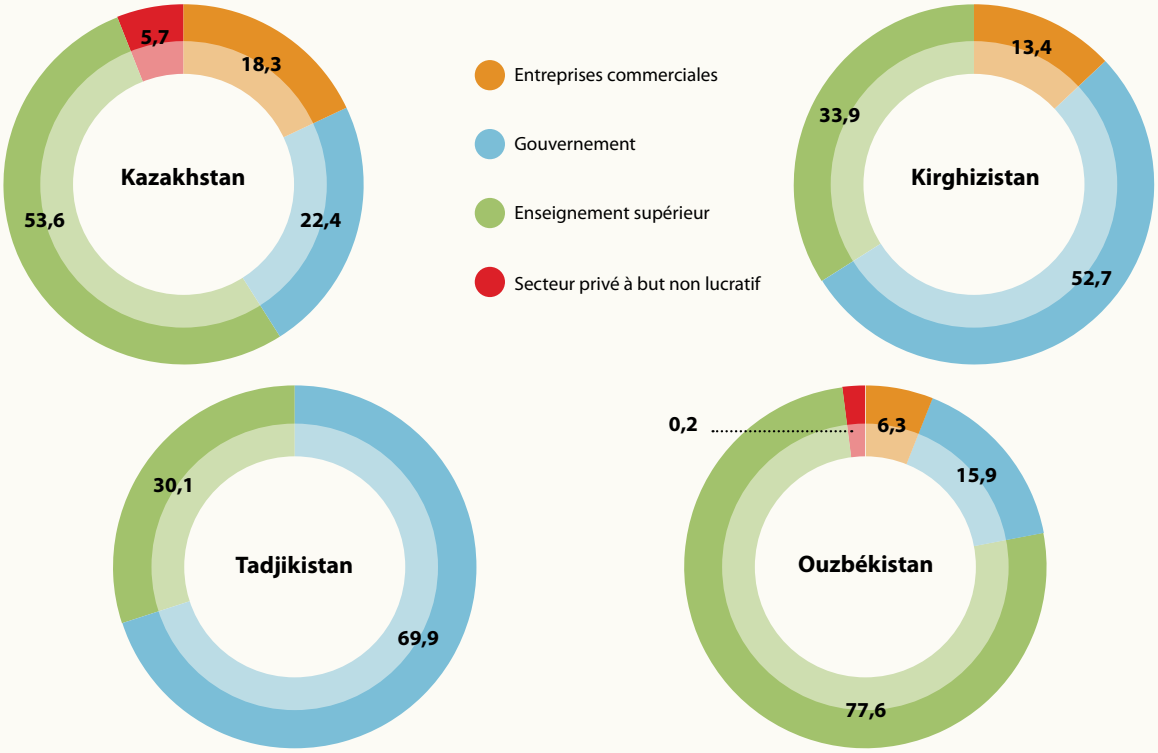
Dans trois pays, le Kazakhstan, le Kirghizistan et l'Ouzbékistan, la part des chercheuses s'est maintenue au-dessus de 40 % depuis la chute de l'Union soviétique. Au Kazakhstan, l'égalité entre les sexes est encore plus nette puisque les femmes représentaient en 2013 la majorité des chercheurs dans les domaines de la santé et de la médecine, et entre 45 et 55 % des chercheurs dans les domaines des sciences de l'ingénieur et des technologies (tableau 14.2). Par contre, au Tadjikistan, seul un scientifique sur trois (34 %) était une femme en 2013, contre 40 % onze ans plus tôt (2002). Bien que des politiques soient mises en œuvre pour offrir aux femmes tadjikes des droits et des opportunités identiques aux hommes, elles sont mal comprises et mal financées (voir p. 384). L'État turkmène garantit lui aussi l'égalité des sexes depuis une loi adoptée en 2007, mais l'absence de données disponibles ne permet pas de tirer des conclusions quant à l'impact de ce texte dans le domaine de la recherche.

Figure 14.4 : **Répartition des chercheurs d'Asie centrale par discipline scientifique, 2013 (%)**



Remarque : Données non disponibles pour le Turkménistan. La somme des parts de chaque discipline scientifique peut ne pas être égale à 100 % en raison de disciplines non comptabilisées.
Source : Institut de statistique de l'UNESCO, février 2015.

Figure 14.5 : **Répartition des chercheurs d'Asie centrale par secteur d'emploi (personnes physiques), 2013** (%)



Remarque : Pour le Kirghizistan et l'Ouzbékistan, les données les plus récentes datent de 2011. Données non disponibles pour le Turkménistan.

Source : Institut de statistique de l'UNESCO, février 2015.

Le Kazakhstan, leader régional en matière de productivité scientifique

Malgré la faiblesse persistante des investissements dans la R&D dans les États d'Asie centrale, les stratégies nationales de développement s'attachent tout de même à développer des économies du savoir et de nouvelles industries de haute technologie. Les tendances en matière de productivité scientifique sont des indicateurs utiles pour déterminer si ces stratégies ont ou non un impact. Comme le montre la figure 14.6, le nombre d'articles scientifiques publiés en Asie centrale a augmenté de près de 50 % entre 2005 et 2013, principalement sous l'impulsion du Kazakhstan, qui a dépassé l'Ouzbékistan au cours de cette période. La physique est le principal domaine de spécialisation des publications du Kazakhstan et de l'Ouzbékistan, suivie par la chimie, qui s'avère être le principal domaine de spécialité du Tadjikistan. Les publications du Kirghizistan touchent principalement aux géosciences et celles du Turkménistan aux mathématiques. Les articles consacrés à l'agriculture arrivent loin derrière, et ceux portant sur les sciences informatiques sont quasi inexistants.

Si les scientifiques des pays d'Asie centrale entretiennent des liens étroits avec leurs collègues internationaux, les relations intrarégionales demeurent faibles. En 2013, au moins deux articles sur trois avaient été rédigés avec un coauteur étranger. Le changement le plus notable en la matière s'observe au Kazakhstan, ce qui suggère que les partenariats internationaux sont à l'origine de la forte progression des publications kazakhes recensées dans le Science Citation Index Expanded depuis 2008. Les principaux partenaires des scientifiques des pays d'Asie centrale viennent, dans l'ordre, de la Fédération de Russie, d'Allemagne et des États-Unis. Les scientifiques kirghizes sont les seuls à publier une part non négligeable de leurs articles en collaboration avec leurs homologues d'un autre pays d'Asie centrale, en l'occurrence le Kazakhstan.

Le nombre de brevets déposés auprès de l'Office des brevets et des marques des États-Unis d'Amérique (USPTO) est négligeable. Entre 2008 et 2013, l'USPTO n'avait enregistré que cinq brevets d'inventeurs kazakhs et trois d'inventeurs ouzbeks. Aucun brevet en provenance des trois autres États d'Asie centrale n'a été enregistré.

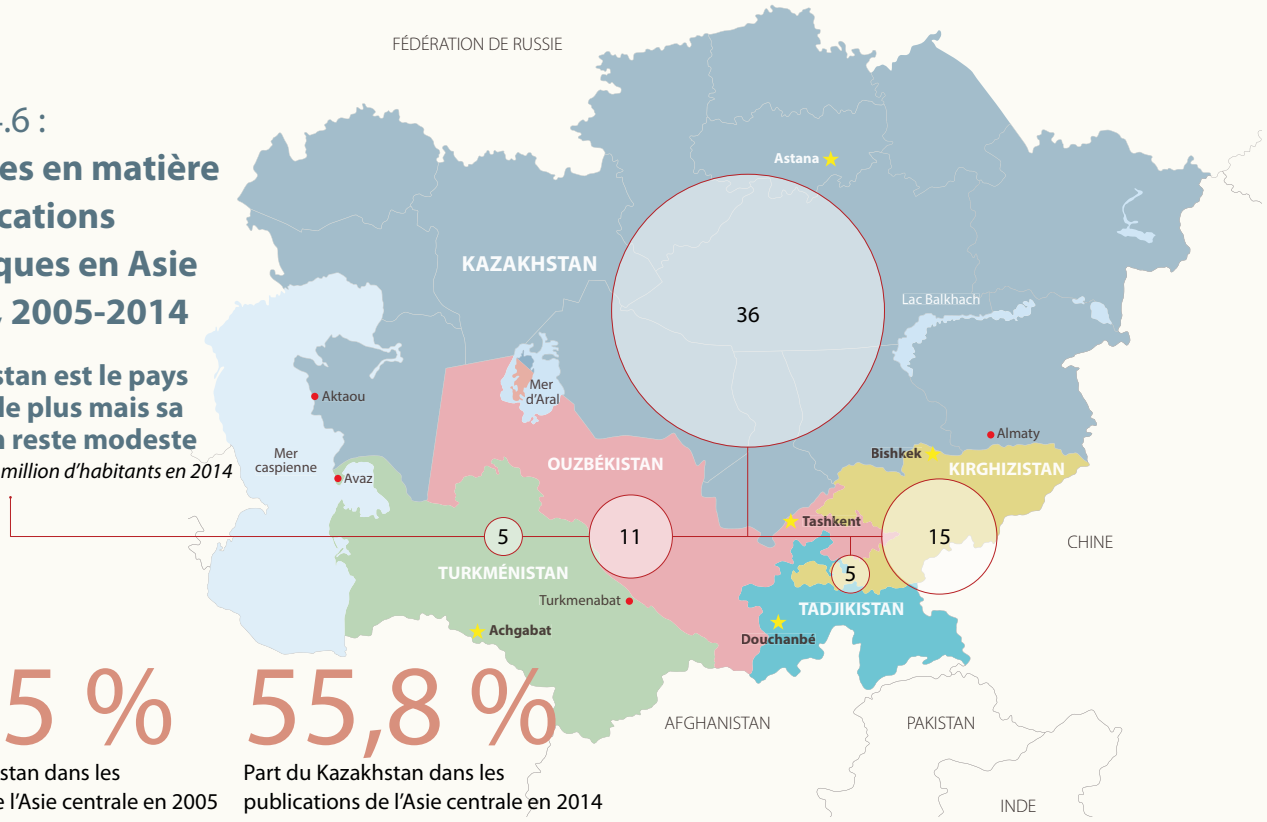
Le Kazakhstan est le principal partenaire commercial d'Asie centrale pour les produits de haute technologie. Les importations de ce pays ont quasiment été multipliées par deux entre 2008 et 2013, passant de 2,7 milliards de dollars des États-Unis à 5,1 milliards. Le montant des importations d'ordinateurs, de biens électroniques et d'équipements de télécommunications a fortement augmenté, passant de 744 millions de dollars des États-Unis en 2008 à 2,6 milliards cinq ans plus tard. La croissance des exportations a été plus régulière, leur montant étant passé de 2,3 milliards à 3,1 milliards de dollars, et portée essentiellement pas les produits chimiques (autres que les produits pharmaceutiques). Leur part représentait deux tiers des exportations en 2008 (1,5 milliard de dollars É.-U.) et 83 % (2,6 milliards de dollars É.-U.) cinq ans plus tard.

Figure 14.6 :

Tendances en matière de publications scientifiques en Asie centrale, 2005-2014

Le Kazakhstan est le pays qui publie le plus mais sa production reste modeste

Publications par million d'habitants en 2014



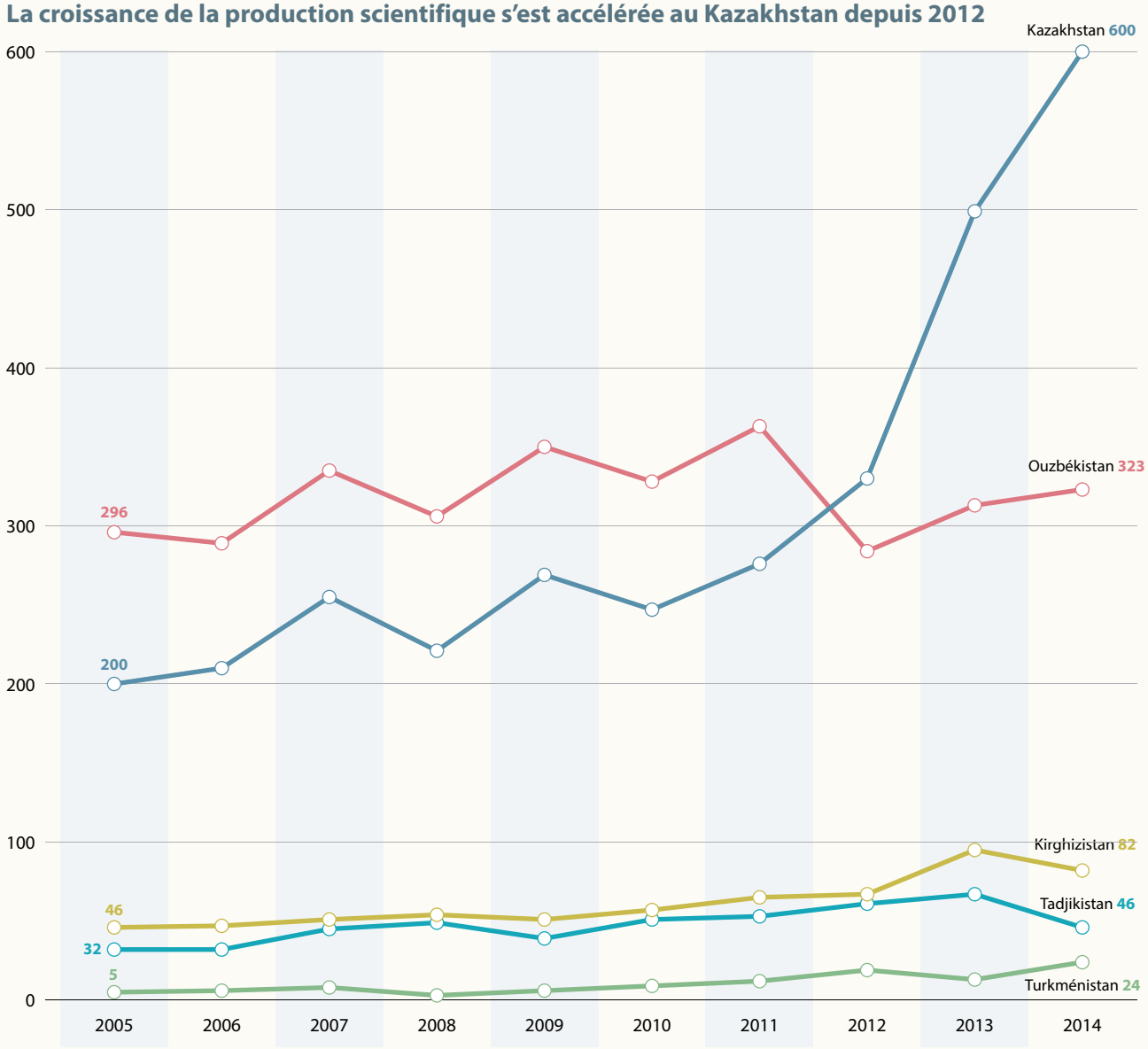
34,5 %

Part du Kazakhstan dans les publications de l'Asie centrale en 2005

55,8 %

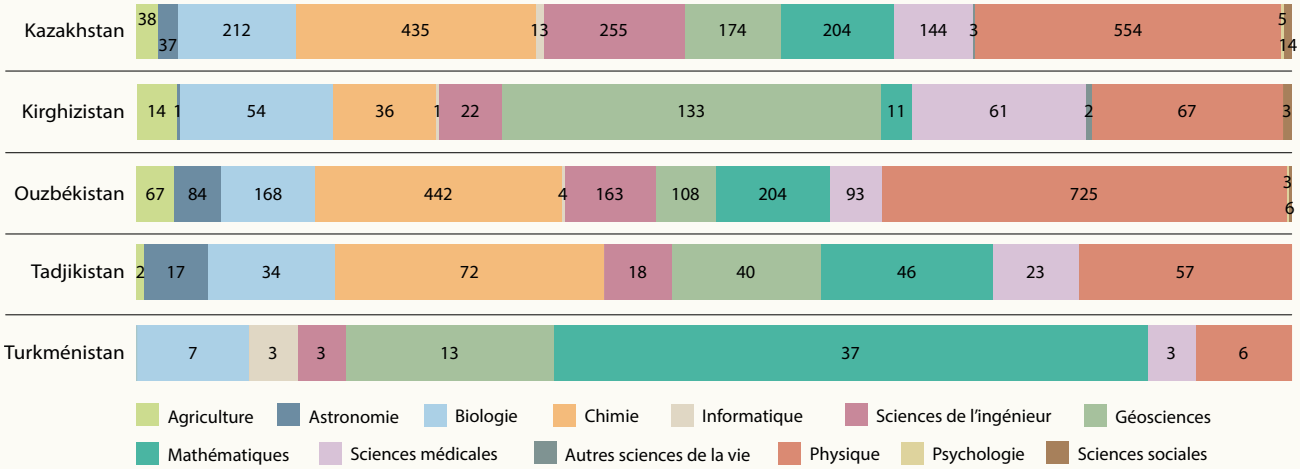
Part du Kazakhstan dans les publications de l'Asie centrale en 2014

La croissance de la production scientifique s'est accélérée au Kazakhstan depuis 2012



Les pays qui publient le plus – le Kazakhstan et l'Ouzbékistan – sont spécialisés dans les domaines de la physique et de la chimie

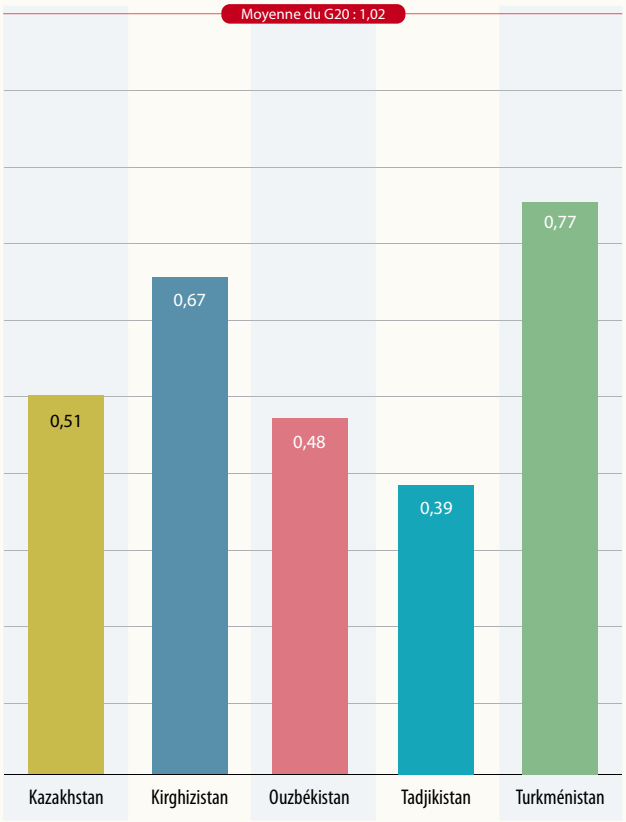
Totaux cumulés par discipline, 2008-2014



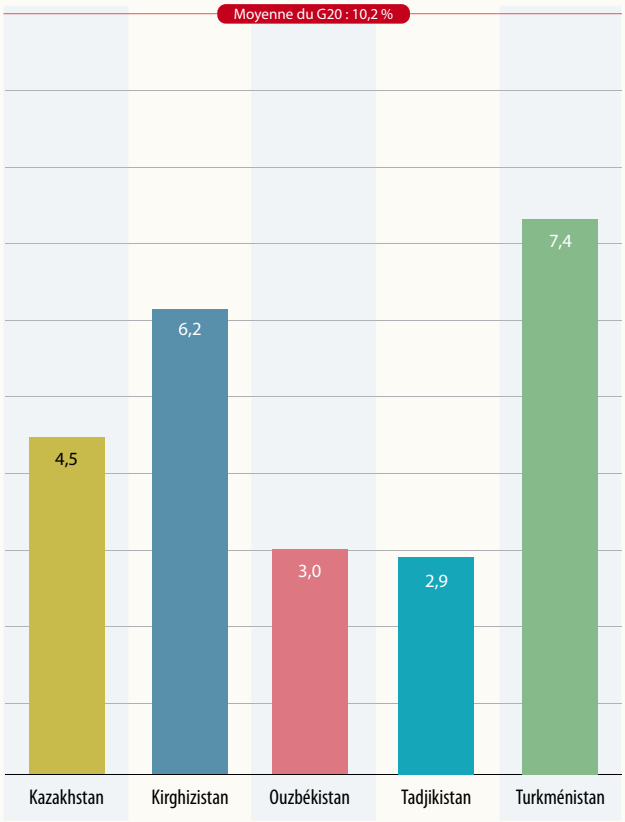
Remarque : Les articles non indexés sont exclus des totaux.

Le taux de citation moyen est faible

Taux de citation moyen des publications, 2008-2012



Part des publications parmi les 10 % les plus citées, 2008-2012 (%)



La Fédération de Russie, l'Allemagne et les États-Unis sont les principaux partenaires de la région

Principaux partenaires étrangers, 2008-2014 (nombre d'articles)

	1er partenaire	2e partenaire	3e partenaire	4e partenaire	5e partenaire
Kazakhstan	Féd. de Russie (565)	États-Unis (329)	Allemagne (240)	Royaume-Uni (182)	Japon (150)
Kirghizistan	Féd. de Russie (99)	Turquie/Allemagne (74)		États-Unis (56)	Kazakhstan (43)
Ouzbékistan	Féd. de Russie (326)	Allemagne (258)	États-Unis (198)	Italie (131)	Espagne (101)
Tadjikistan	Pakistan (68)	Féd. de Russie (58)	États-Unis (46)	Allemagne (26)	Royaume-Uni (20)
Turkménistan	Turquie (50)	Féd. de Russie (11)	États-Unis/Italie (6)		China/Allemagne (4)

Source : Plate-forme de recherche Web of Science de Thomson Reuters, Science Citation Index Expanded ; traitement des données par Science-Metrix.

PROFILS DE PAYS

KAZAKHSTAN



Faiblesse de la R&D industrielle

Les dépenses de R&D du Kazakhstan n'ont représenté que 0,18 % du PIB en 2013, contre 0,23 % en 2009 et 0,28 % en 2005 (année record à l'échelle de la décennie). La croissance de l'économie a été plus rapide (figure 14.1) que celle des dépenses intérieures brutes de R&D (DIRD). D'un montant de 598 millions de dollars PPA en 2005, les DIRD sont passées à 714 millions de dollars PPA en 2013.

En 2011, le secteur des entreprises privées a financé la moitié des dépenses de recherche (52 %, contre 45 % en 2007), le gouvernement un quart (25 %, contre 37 % en 2007) et le secteur de l'enseignement supérieur un sixième (16,3 %). Depuis 2007, la part du secteur privé dans les dépenses de recherche a donc progressé au détriment de celle du gouvernement. La part du secteur privé non lucratif est passée d'à peine 1 % en 2007 à 7 % quatre ans plus tard.

Les activités de recherche restent en grande partie concentrées dans la principale ville du pays et ancienne capitale, Almaty, où 52 % du personnel de R&D travaillent (CENUE, 2012). Comme nous l'avons souligné, la recherche publique est très majoritairement le fait des instituts, la contribution des universités demeurant symbolique. Le financement des instituts de recherche provient de conseils nationaux de la recherche, placés sous la tutelle du Ministère de l'éducation et de la science. Néanmoins, leur production est généralement déconnectée des besoins du marché.

Peu d'entreprises industrielles kazakhes sont elles-mêmes engagées dans la R&D. L'investissement du secteur des entreprises privées dans la R&D représentait à peine 0,05 % du PIB en 2013. Même les entreprises engagées dans la modernisation de leurs lignes de production sont réticentes à investir dans l'achat de produits issus de la R&D. Seule une entreprise manufacturière sur huit (12,5 %) pratiquait l'innovation[7] en 2012, selon une enquête de l'Institut de statistique de l'UNESCO.

Paradoxalement, les entreprises ont dépensé 4,5 fois plus en services scientifiques et technologiques en 2008 qu'en 1997, ce qui suggère une demande croissante en produits de R&D. La plupart des entreprises préfèrent investir dans des projets « clé en main » faisant appel à des machines et à des équipements importés. Seules 4 % d'entre elles acquièrent la licence et les brevets qui accompagnent ces solutions technologiques (gouvernement du Kazakhstan, 2010).

Un fonds pour la science destiné à accélérer l'industrialisation

En 2006, le gouvernement a créé un Fonds pour la science dans le cadre du Programme d'État pour le développement scientifique 2007-2012, afin d'encourager la recherche orientée vers le marché en promouvant la collaboration avec les investissements privés. Selon la Commission économique des Nations Unies pour l'Europe (CENUE, 2012), environ 80 % des fonds déboursés sont accordés à des instituts de recherche. Le fonds accorde des bourses et des prêts pour des projets de recherche appliquée dans des domaines prioritaires d'investissement, identifiés par le Haut Comité de la science et de la technologie du gouvernement, présidé par le Premier ministre. Pour la période 2007-2012, ces domaines étaient :

- Les hydrocarbures, les secteurs miniers et de la fusion des métaux, et les secteurs de services connexes (37 %) ;
- Les biotechnologies (17 %) ;
- Les technologies de l'information et de l'espace (11 %) ;
- Les technologies liées à l'énergie nucléaire et aux énergies renouvelables (8 %) ;
- Les nanotechnologies et les nouveaux matériaux (5 %) ;
- Autres (22 %).

Le Programme d'État pour le développement scientifique 2007-2012 disposait que 25 % du financement total de la science devait transiter par le Fonds pour la science à l'horizon 2010 (CENUE, 2010). Cependant, dans le sillage de la crise financière mondiale de 2008, la contribution du gouvernement au fonds a nettement baissé. Le fonds s'est adapté en proposant des conditions plus flexibles, comme des prêts sans intérêts et exemptés d'impôt, et en étendant la période de prêt jusqu'à 15 ans. Parallèlement, les scientifiques kazakhs ont été encouragés à nouer des liens avec des partenaires étrangers.

Une loi qui pourrait transformer le paysage scientifique

En février 2011, le Kazakhstan s'est doté d'une loi sur la science. Cette loi, qui concerne l'éducation, la science et l'industrie, a fait accéder les principaux chercheurs aux échelons les plus élevés du processus décisionnel. Elle a créé des conseils nationaux de la recherche dans les domaines prioritaires, qui rassemblent des scientifiques kazakhs et étrangers. Les décisions adoptées par ces conseils sont exécutées par le Ministère de l'éducation et de la science et les différents ministères de tutelle.

La loi a défini comme prioritaires les domaines suivants : recherche énergétique ; technologies innovantes appliquées au traitement des matériaux bruts ; TIC ; sciences de la vie ; et recherche fondamentale (Sharman, 2012).

Elle a introduit trois types de financement de la recherche :

- Un financement de base pour soutenir l'infrastructure et le patrimoine scientifiques et pour régler les salaires ;
- Un financement sous forme de bourse pour soutenir les programmes de recherche ;
- Un financement ciblé sur des programmes pour résoudre des difficultés d'ordre stratégique.

L'originalité de ce cadre de financement tient au fait que les universités et les instituts de recherche publics peuvent utiliser un financement pour investir dans les infrastructures et les services

7. Les entreprises sont considérées comme pratiquant l'innovation si elles sont engagées dans des activités d'innovation, ont récemment abandonné des activités d'innovation, ou si leurs activités ont conduit à la mise en œuvre d'une innovation de produit ou de procédé.

scientifiques, dans des outils d'information et de communication et pour couvrir les coûts de personnel. Les fonds sont décaissés par l'intermédiaire d'appels à proposition et d'appels d'offres.

La loi sur la science a établi un système d'examen par les pairs pour les demandes de bourse de recherche déposées par les universités et les instituts de recherche. Ces bourses sont octroyées par voie de concours, après examen des demandes par les conseils nationaux de la recherche. Le gouvernement envisage également de porter à 30 % du financement total la part allouée à la recherche appliquée et à 50 % celle allouée au développement expérimental, ce qui laisserait 20 % du financement pour la recherche fondamentale. La loi a également introduit dans le code des impôts une réduction de 150 % de l'impôt sur le revenu des sociétés pour compenser les dépenses de R&D des entreprises. Elle étend par ailleurs la protection de la propriété intellectuelle. De plus, les entreprises publiques et privées peuvent accéder à des prêts d'État. Cette mesure vise à les encourager à commercialiser les résultats de leurs activités de recherche et à attirer des investissements.

Afin de garantir la cohérence, l'indépendance et la transparence de la gestion des projets et programmes scientifiques, technologiques et d'innovation, le gouvernement a créé le Centre national pour l'expertise scientifique et technique de l'État en juillet 2011. Il s'agit d'une société par actions qui gère les conseils nationaux de la recherche, suit les projets et les programmes en cours, évalue leur impact, et alimente une base de données des projets.

Une planification sur le long terme pour un développement cohérent

La *Stratégie Kazakhstan 2030* a été adoptée par décret présidentiel en 1997. Hormis ses aspects liés à la sécurité nationale et à la stabilité politique, elle trace les contours d'une croissance basée sur une économie de marché, caractérisée par un niveau élevé d'investissements étrangers, et couvre les domaines de la santé, de l'éducation, de l'énergie, des infrastructures de transport et de communication et de la formation professionnelle.

Suite à un premier plan de mise en œuvre à moyen terme qui a expiré en 2010, le Kazakhstan a lancé un deuxième plan de ce type, valable jusqu'en 2020. Il vise à accélérer la diversification de l'économie au travers de l'industrialisation et du développement des infrastructures, à développer le capital humain, à améliorer les services sociaux (y compris le logement) et à stabiliser les relations internationales et les relations interethniques[8].

Le *Plan stratégique à l'horizon 2020* s'appuie sur deux programmes, le Programme d'État pour l'accélération du développement industriel et innovant et le Programme d'État pour le développement éducatif, tous deux adoptés par décret en 2010. Le second vise à garantir l'accès à une éducation de qualité via la réalisation de plusieurs objectifs (tableau 14.3). Le premier poursuit quant à lui un double objectif : diversifier l'économie et améliorer la compétitivité du Kazakhstan en créant un environnement plus favorable au développement industriel et en développant les secteurs économiques prioritaires, notamment grâce à une interaction efficace entre le gouvernement et le secteur privé. Les priorités économiques du Kazakhstan à l'horizon 2020 sont l'agriculture, les secteurs des mines et de la métallurgie, le secteur de l'énergie, le pétrole et le gaz, les sciences de l'ingénieur, les technologies de l'information et de la communication (TIC), les produits chimiques et pétrochimiques. L'un des objectifs les plus ambitieux du Programme d'État pour l'accélération du développement industriel et innovant est de porter le ratio DIRD-PIB à 1 % d'ici 2015 (tableau 14.3).

Selon la CENUE (2012), les dépenses d'innovation ont plus que doublé au Kazakhstan entre 2010 et 2011, pour atteindre un montant de 235 milliards de tenge kazakhs (environ 1,6 milliard de dollars É.-U.), soit environ 1,1 % du PIB. Près de 11 % de ces dépenses ont été consacrées à la R&D. À titre de comparaison, la part des dépenses d'innovation consacrées à la R&D dans les pays développés oscille entre 40 et 70 %. La CENUE (2012) associe cette augmentation à une forte progression de la conception de produits et à l'introduction de nouveaux services et méthodes de production au cours de cette période, au détriment de l'acquisition de machines et d'équipements qui représentait traditionnellement la majeure partie des dépenses d'innovation du Kazakhstan. Les coûts de formation ont représenté à peine 2 % des dépenses d'innovation, une part bien plus faible que dans les pays développés.

L'innovation au service de la modernisation de l'économie

Dans le cadre du Programme d'État pour l'accélération du développement industriel et innovant, une loi a été adoptée en janvier 2012 pour organiser le soutien de l'État à l'innovation industrielle. Elle pose les bases juridiques, économiques et institutionnelles de l'innovation industrielle dans les secteurs prioritaires et identifie les moyens possibles pour l'État d'y apporter son soutien.

Toujours dans le cadre de ce programme, le Ministère de l'industrie et des nouvelles technologies a élaboré un *Plan interindustries* afin de stimuler l'innovation par divers moyens (subventions, sciences de l'ingénieur, services, incubateurs d'entreprises, etc.).

Le Conseil de la politique technologique, créé en 2010 dans le cadre du Programme d'État pour l'accélération du développement industriel et innovant, est responsable de l'élaboration et de la mise en œuvre de la politique publique en matière d'innovation industrielle. L'Agence nationale du développement technologique, créée en 2011, coordonne les programmes technologiques et le soutien du gouvernement. Elle conduit des exercices de prospective, assure la planification, effectue le suivi des programmes, tient une base de données sur les projets d'innovation et la commercialisation de leurs résultats, gère les infrastructures pertinentes et coopère avec les organismes internationaux pour obtenir des informations, des opportunités de formation et des financements.

La priorité de la politique d'innovation pour les trois premières années (2011-2013) est de renforcer l'efficacité des entreprises en favorisant le transfert de technologie, la modernisation technologique, le développement de l'esprit d'entreprise et l'introduction de technologies appropriées. Les deux années suivantes seront principalement consacrées au développement de nouveaux produits et procédés compétitifs destinés au secteur

8. D'après le recensement de 2009, les principaux groupes ethniques sont les Kazakhs et les Russes, qui représentent respectivement 63 % et 24 % de la population. Le reste est constitué de petites minorités (moins de 3 % de la population) : Ouzbeks, Ukrainiens, Biélorusses et Tatars.

Tableau 14.3 : **Objectifs de développement du Kazakhstan à l'horizon 2050**

STRATÉGIE KAZAKHSTAN 2030 Objectifs d'ici 2020		**STRATÉGIE KAZAKHSTAN 2050** Objectifs d'ici 2050
Programme d'État pour le développement de l'éducation, 2011-2020	Programme d'État pour l'accélération du développement industriel et innovant, 2011-2014	
■ Le Kazakhstan dispose des ressources humaines nécessaires pour le développement d'une économie et d'infrastructures diversifiées ; ■ La transition vers un cycle éducatif en 12 ans est achevée ; ■ 100 % des enfants de 3 à 6 ans sont scolarisés à l'école maternelle ; ■ 52 % des enseignants sont titulaires d'une licence ou d'un master (ou d'un diplôme équivalent) ; ■ 90 % des écoles secondaires utilisent un système d'apprentissage numérique ; ■ Les écoles secondaires adoptent les normes de qualité des Écoles intellectuelles Nazarbaïev : elles enseignent le kazakh, le russe et l'anglais, et encouragent la pensée critique, la recherche autonome et l'analyse approfondie de l'information ; ■ 80 % des étudiants qui obtiennent un diplôme universitaire en bénéficiant d'une bourse du gouvernement occupent un emploi dans leur domaine de spécialisation au plus tard un an après l'obtention de leur diplôme ; ■ Les principales universités jouissent d'une autonomie sur les plans académique et de la gestion ; deux d'entre elles sont classées parmi les cent meilleures universités du monde (classement de Shanghai) ; ■ 65 % des universités obtiennent une certification nationale indépendante conformément aux normes internationales ; ■ Le nombre de bourses du gouvernement versées aux étudiants universitaires augmente de 25 % [d'ici 2016].	■ Le Kazakhstan figure parmi les 50 pays les plus compétitifs du monde et le climat des affaires favorise l'investissement étranger dans l'industrie et les services ; ■ L'économie connaît une croissance en termes réels d'au moins 33 % par rapport à 2009 ; le PIB connaît une croissance annuelle de 15 % minimum (7 000 milliards de tenge kazakhs en termes réels) ; ■ La part de la population vivant en dessous du seuil de pauvreté diminue jusqu'à atteindre 8 % ; ■ La contribution du secteur manufacturier augmente jusqu'à atteindre 12,5 % du PIB au minimum ; ■ La part des exportations non primaires augmente pour atteindre au minimum 40 % des exportations totales [d'ici 2014] ; ■ La productivité de la main-d'œuvre dans le secteur manufacturier est multipliée par au moins 1,5 ; ■ Les DIRD représentent 1 % du PIB [d'ici 2015] ; ■ 200 nouvelles technologies sont utilisées ; ■ Deux centres d'expertise industrielle ouvrent leurs portes, ainsi que trois bureaux d'études et quatre technoparcs ; ■ La part des activités innovantes dans les entreprises atteint 10 % d'ici 2015 et 20 % d'ici 2020 ; ■ La recherche fondamentale représente 20 % du total de la recherche ; la recherche appliquée 30 % ; et le développement technologique 50 %, afin de favoriser l'introduction de technologies innovantes ; ■ Le nombre de brevets enregistrés à l'étranger augmente pour atteindre le chiffre de 30.	■ Le Kazakhstan figure parmi les 30 pays les plus développés ; ■ Le PIB par habitant passe de 13 000 dollars des États-Unis en 2012 à 60 000 ; ■ Pour faire face à la hausse prévue du taux d'urbanisation de 55 à 70 %, les villes sont reliées par un réseau routier d'excellente qualité et des moyens de transport à grande vitesse (trains) ; ■ Les petites et moyennes entreprises produisent jusqu'à 50 % du PIB, contre 20 % aujourd'hui ; ■ Le Kazakhstan devient un leader régional dans le domaine du tourisme médical (introduction possible d'une assurance maladie universelle) ; ■ La croissance annuelle du PIB atteint au moins 4 % et le volume des investissements passe de 18 à 30 % ; ■ Les biens non primaires représentent 70 % des exportations et la part de l'énergie dans le PIB est réduite de moitié ; ■ Les DIRD atteignent 3 % du PIB afin de permettre le développement de nouveaux secteurs de haute technologie ; ■ Dans le cadre du passage à une économie verte, 15 % de terres sont cultivées en utilisant des technologies permettant d'économiser l'eau ; les sciences agraires se développent ; des pôles d'innovation et d'agronomie expérimentale sont créés ; des semences génétiquement modifiées résistantes à la sécheresse sont élaborées [d'ici 2030] ; ■ Un centre de recherche sur l'énergie du futur et l'économie verte est mis sur pied [d'ici 2017] ; ■ Un Pôle d'écoles de géologie est créé à l'Université Nazarbaïev [d'ici 2015], voir encadré 14.3.

Encadré 14.2 : **Le Caspian Energy Hub**

La construction du pôle énergétique « Caspian Energy Hub » a commencé sur un site de 500 à 600 hectares situé dans la ville kazakhe d'Aktaou. Ce pôle fera partie d'un ensemble planifié d'établissements scientifiques pour l'Asie et le Moyen-Orient, à l'instar de celui qui existe déjà au Qatar.

Le projet vise principalement à améliorer la formation du personnel et à développer le potentiel scientifique du secteur énergétique, tout en modernisant les infrastructures pour fournir de meilleurs services aux industries pétrolière et gazière. Le pôle comprendra un laboratoire spécialisé, un Centre d'analyse des données géophysiques, un Centre pour les technologies pétrolières et gazières et un pôle administratif responsable de la sécurité d'État et de la protection de l'environnement. Le site abritera également une université technique internationale. Trois universités étrangères envisagent d'y implanter des campus : les Universités américaines du Colorado et du Texas à Austin, et l'Université de Delft (Pays-Bas).

Le projet a été lancé en mai 2008 par deux sociétés par actions, la Kazakhstan Holding for the Management of State Assets (Samruk) et le Sustainable Development Fund (Kazyna), qui ont fusionné en octobre de la même année. Parmi les autres partenaires, on peut citer l'entreprise internationale de conseil PFC Energy et les sociétés d'investissement Gulf Finance House et Mangystau. Samruk–Kazyna est chargé de moderniser et de diversifier l'économie kazakhe en encourageant les investissements dans les secteurs économiques prioritaires, en promouvant le développement régional et en renforçant les liens interrégionaux et intersectoriels.

Le pétrole et le gaz naturel représentent entre 60 et 70 % des exportations du Kazakhstan. Selon Ruslan Sultanov, directeur général du Centre pour le développement des politiques commerciales, une société par actions du Ministère de l'économie et de la planification budgétaire, la baisse de 2 % des recettes pétrolières en 2013, provoquée par la baisse du prix du baril, aurait coûté 1,2 milliard de dollars des États-Unis à l'économie kazakhe. En 2013, plus de la moitié (54 %) des produits raffinés ont été exportés vers le Bélarus et la Fédération de Russie. Ce chiffre s'élevait à 44 % avant la mise en place de l'Union douanière en 2010.

Source : www.petroleumjournal.kz.

manufacturier. L'accent sera mis sur le financement des projets, notamment au travers d'entreprises communes. Parallèlement, des efforts seront déployés pour organiser des évènements publics, comme des séminaires et des expositions, et permettre au public d'accéder à l'innovation et de rencontrer les innovateurs.

Entre 2010 et 2012, des technoparcs ont été créés dans les oblasts (unités administratives) du Kazakhstan-Oriental, du Kazakhstan-Méridional et du Kazakhstan-Septentrional, ainsi que dans la capitale Astana. Un Centre de la métallurgie a également été établi dans l'oblast du Kazakhstan-Oriental, tandis qu'un Centre pour les technologies pétrolières et gazières a été établi au sein du nouveau pôle énergétique « Caspian Energy Hub » (encadré 14.2).

Le Centre pour la commercialisation des technologies a été créé au sein de Parasat National Scientific and Technological Holding, une société par actions fondée en 2008 et détenue à 100 % par l'État. Il apporte un soutien à des projets de recherche dans plusieurs domaines : commercialisation des technologies, protection de la propriété intellectuelle, contrats de licence de technologies et création de start-up. Le centre envisage de conduire un audit de la technologie au Kazakhstan et d'étudier le cadre légal réglementant la commercialisation des résultats de la recherche et des technologies.

« Entreprise forte, État fort »

En décembre 2012, le président kazakh a lancé la *Stratégie Kazakhstan 2050*, accompagnée du slogan « Entreprise forte, État fort ». Cette stratégie pragmatique propose des réformes socioéconomiques et politiques radicales pour hisser le Kazakhstan parmi les 30 premières économies du monde à l'horizon 2050.

Lors de son discours sur l'état de la nation en janvier 2014, le président[9] a fait la déclaration suivante : « Tous les pays [membres de l'OCDE] ont fait le chemin de la modernisation profonde, ils ont des indicateurs élevés d'investissement, de recherches scientifiques, de productivité, de développement de l'entreprise, de niveau de vie. Les indicateurs des pays de l'OCDE (…) sont les lignes directrices de base de notre chemin pour atteindre les 30 pays les plus développés de la planète ». Il s'est engagé à expliquer les objectifs stratégiques à la population afin d'obtenir son soutien et a souligné que « le bien-être social des hommes du rang devra servir d'indicateur important de notre progrès vers l'objectif principal ».

Au plan institutionnel, il s'est engagé à créer un environnement garantissant la libre concurrence, la justice et l'État de droit et à « poursuivre la formation et la mise en œuvre de la nouvelle stratégie de lutte contre la corruption ». Il a promis d'accorder plus d'autonomie aux collectivités territoriales et rappelé qu'elles doivent davantage rendre des comptes au public. Il s'est engagé à introduire le principe de méritocratie dans les politiques des ressources humaines des entreprises étatiques.

Le président a reconnu qu'il était nécessaire de revoir les relations de l'État avec les ONG et le secteur privé et annoncé un programme de privatisation. Le gouvernement et le fonds souverain Samruk-Kazyna devaient dresser une liste des entreprises à privatiser au cours de la première moitié de 2014.

La première phase de la *Stratégie 2050* vise à donner de l'élan au pays en matière de modernisation à l'horizon 2030. L'objectif est de développer les industries traditionnelles et de créer une industrie de la transformation. Singapour et la République de Corée sont cités comme modèles. La deuxième phase visera à parvenir à un développement durable en passant à une économie du savoir basée sur des services d'ingénierie. Des biens à forte valeur ajoutée seront produits dans les secteurs traditionnels au cours de cette deuxième phase. Afin de faciliter la transition vers une économie du savoir, la législation relative au capital-risque, à la protection de

9. Les informations concernant la Stratégie 2050 sont tirées du discours présidentiel sur l'état de la nation : http://www.amb-kazakhstan.fr/Documents/Etat%20de%20 la%20Nation-2014_fran%C3%A7ais.pdf.

la propriété intellectuelle, au financement de la recherche et de l'innovation, et à la commercialisation des résultats scientifiques sera modifiée. Le transfert de connaissances et de technologies sera une priorité, avec notamment la création de centres de R&D et d'ingénierie en coopération avec des entreprises étrangères. Les entreprises multinationales des secteurs du pétrole, du gaz naturel, de l'extraction minière et de la fusion des métaux seront encouragées à s'implanter dans le pays pour y acheter les produits et services nécessaires. Les parcs technologiques, tels que le nouveau pôle d'innovation intellectuelle de l'Université Nazarbaïev à Astana (encadré 14.3) et le Parc des technologies de l'information d'Alatau à Almaty.

Encadré 14.3 : **Une université internationale de recherche pour le Kazakhstan**

Située à Astana, l'Université Nazarbaïev est une université publique de recherche fondée en 2009 par le chef de l'État du Kazakhstan, qui en préside le Conseil suprême des administrateurs. La première promotion d'étudiants a été accueillie en 2011.

Selon la loi, le Conseil suprême supervise non seulement l'université mais aussi le premier fonds de dotation du Kazakhstan, le Fonds Nazarbaïev, qui garantit la pérennité du financement de l'établissement et de la vingtaine d'Écoles intellectuelles Nazarbaïev d'où proviennent la majorité des étudiants. La sélection des élèves admis dans ces écoles secondaires prestigieuses, où les cours sont dispensés en anglais, puis celle des étudiants admis à l'Université Nazarbaïev, est effectuée par l'University College de Londres. Les étudiants peuvent théoriquement faire une demande d'admission directe à un programme de premier cycle universitaire, mais la plupart d'entre eux choisissent de s'inscrire dans un premier temps au Centre d'études préparatoires pour y suivre un programme d'un an dispensé par l'University College de Londres. Les étudiants admis en premier cycle ne paient pas de frais d'inscription. Certains d'entre eux perçoivent en outre une allocation. L'université offre également des bourses à certains étudiants étrangers triés sur le volet.

Les professeurs et les autres catégories de personnel de l'université sont recrutés au niveau international et l'enseignement est dispensé en anglais. En 2012, les trois facultés accueillaient 506 étudiants au total, dont 40 % d'étudiantes, répartis de la manière suivante : 43 % pour la faculté de science et technologie, 46 % pour la faculté des sciences de l'ingénieur et 11 % pour la faculté des sciences humaines et sociales. La *Stratégie 2013-2020* de l'université vise à proposer des programmes de deuxième et troisième cycles dans chaque faculté d'ici 2014 et à faire passer d'ici 2020 le nombre d'étudiants du premier cycle à 4 000 et celui des deuxième et troisième cycles à 2 000 (dont 15 % au niveau du doctorat). L'université a adopté un système de diplôme en trois cycles (licence/master/doctorat) conformément au Processus de Bologne de l'Union européenne, afin d'harmoniser les systèmes d'éducation du pays.

L'une des particularités de l'Université Nazarbaïev est que chaque faculté est jumelée avec un ou plusieurs établissements partenaires en vue d'une collaboration portant sur la conception des programmes académiques, l'assurance de la qualité, le recrutement des enseignants et l'admission des étudiants. La faculté de science et de technologie, la faculté des sciences de l'ingénieur et la faculté des sciences humaines et sociales sont respectivement jumelées avec l'Université Carnegie Mellon (États-Unis), l'University College de Londres et l'Université du Wisconsin à Madison (États-Unis).

Les trois écoles supérieures ont accueilli leur première promotion d'étudiants en 2013 et ont également conclu des partenariats avec des établissements étrangers : l'École supérieure d'éducation avec l'Université de Cambridge (Royaume-Uni) et l'Université de Pennsylvanie (États-Unis) ; l'École supérieure de commerce avec l'École de commerce Fuqua de l'Université Duke (États-Unis), et l'École supérieure de politique publique avec l'École de politique publique Lee Kuan Yew de l'Université nationale de Singapour.

La *Stratégie 2013-2020* prévoit également l'ouverture en 2015 d'une École de médecine en partenariat avec l'Université de Pittsburgh (États-Unis). Une École de l'extraction minière et des géosciences devrait également voir le jour. Elle formera, avec le Centre de recherche géologique, un pôle d'écoles dans le domaine géologique au sein de l'Université Nazarbaïev, en partenariat avec l'École des mines du Colorado des États-Unis. Ce pôle s'inscrit dans la *Stratégie 2050* du gouvernement du Kazakhstan.

L'Université Nazarbaïev abrite plusieurs centres de recherche, dont les travaux s'ajoutent à la recherche conduite par les professeurs et les étudiants : le Centre des politiques éducatives, le Centre des sciences de la vie et le Centre pour la recherche énergétique. Les domaines prioritaires de recherche de ce dernier pour 2013-2020 incluent les énergies renouvelables, l'efficacité énergétique, ainsi que la modélisation et l'analyse du secteur énergétique. Fondé en 2010, le Centre pour la recherche énergétique a été rebaptisé Système d'innovation et de recherche de l'Université Nazarbaïev deux ans plus tard. Conformément aux stratégies du Kazakhstan à l'horizon 2030 et 2050, l'université a également entrepris de créer un Centre pour la croissance et la compétitivité, qui visera dans un premier temps à développer la recherche de pointe dans le domaine de l'analyse de la chaîne de valeur mondiale.

L'éloignement géographique entre les pôles d'innovation et les principales universités du pays a été un frein à l'innovation au Kazakhstan. En janvier 2012, le président de la République du Kazakhstan a annoncé la construction d'un Pôle de l'innovation intellectuelle, qui vise à entourer progressivement l'Université Nazarbaïev d'un réseau dense d'entreprises de haute technologie. Ce réseau comprend un incubateur d'entreprises, un technoparc, un parc de recherche, un centre de prototypage et un bureau chargé de la commercialisation.

En 2012, l'université a publié le premier numéro de la revue scientifique spécialisée à comité de lecture *The Central Asian Journal of Global Health*, en partenariat avec l'Université de Pittsburgh.

Source : www.nu.edu.kz.

Devenir une économie du savoir d'ici 15 ans

Dans sa *Stratégie 2050*, le Kazakhstan se donne 15 ans pour devenir une économie du savoir. Chaque plan quinquennal verra la création de nouveaux secteurs. Le premier, qui couvre la période 2010-2014, cible le développement de la capacité industrielle en matière de construction automobile, de construction aéronautique et de production de locomotives et de wagons de passagers et de marchandises. L'objectif du second plan (2015-2019) sera de développer les marchés d'exportation pour ces produits.

Afin d'accéder au marché mondial de l'exploration géologique, le Kazakhstan prévoit d'augmenter l'efficacité des secteurs extractifs traditionnels (pétrole et gaz naturel notamment). Le pays souhaite également développer l'exploitation des métaux rares, compte tenu de leur importance pour les produits électroniques, les technologies laser et les équipements médicaux et de communication.

Le second plan quinquennal coïncide avec l'élaboration de la *Feuille de route relative aux entreprises – 2020* pour les petites et moyennes entreprises (PME), qui permettra d'accorder des subventions aux PME dans les régions et de développer le microcrédit. Le gouvernement et la Chambre nationale des entrepreneurs prévoient également d'élaborer un mécanisme efficace pour aider les start-up.

Au cours des plans quinquennaux suivants prévus jusqu'en 2050, de nouvelles industries seront créées dans le domaine des technologies mobiles, multimédias et spatiales, des nanotechnologies, de la robotique, du génie génétique et des nouvelles énergies. Les entreprises de l'industrie alimentaire seront développées dans le but de faire du Kazakhstan un exportateur majeur de viande de bœuf, de produits laitiers et d'autres produits agricoles à l'échelle de la région. Les cultures gourmandes en eau et à faible rendement seront remplacées par des légumes, des oléagineux et des cultures fourragères. Dans le cadre de cette transition vers une « économie verte » d'ici 2030, 15 % des surfaces seront cultivées à l'aide de technologies permettant d'économiser l'eau. Des pôles d'innovation et d'agronomie expérimentale seront créés pour élaborer des semences génétiquement modifiées résistantes à la sécheresse.

Dans son discours de janvier 2014, Noursoultan Nazarbaïev a annoncé que des autoroutes étaient en cours de construction pour relier les villes kazakhes et faire du pays un pôle logistique reliant l'Europe et l'Asie. « La construction du couloir autoroutier Europe occidentale – Chine occidentale sera bientôt achevée. Le chemin de fer vers le Turkménistan et l'Iran avec accès au golfe Persique a été construit », a-t-il déclaré. Il faudrait « renforcer la capacité du port maritime d'Aktaou, simplifier les procédures pour les opérations d'exportation et d'importation. Nous construisons un nouveau chemin de fer de 1 200 km Jezkazgan-Chalkar-Beynéou. Il reliera directement l'est et l'ouest du pays, animant la vie de plusieurs régions du centre. Ce grand chantier sera terminé en 2015. Cette route permettra d'aller en Europe à travers la mer Caspienne et le Caucase. À l'est, il donnera accès au port de Lianyungang sur l'océan Pacifique, conformément à l'accord conclu avec la Chine ».

Le secteur de l'énergie traditionnelle est également appelé à connaître des transformations. Les centrales thermiques existantes, dont beaucoup utilisent déjà des technologies sobres en énergie, seront équipées de technologies énergétiques propres. Il est prévu de créer un centre de recherche sur l'énergie du futur et l'économie verte d'ici à la tenue de l'Expo 2017. Des carburants propres et des véhicules électriques seront introduits dans les transports publics. Une nouvelle raffinerie sera également créée pour produire du gaz, du diesel et du kérosène. Le Kazakhstan, qui abrite les plus grandes réserves mondiales d'uranium, envisage également de construire des centrales nucléaires[10] afin de couvrir les besoins énergétiques croissants du pays.

En février 2014, l'Agence nationale pour le développement technologique[11] a signé un accord avec la Société islamique pour le développement du secteur privé et un investisseur privé pour la création du Fonds d'Asie centrale pour les énergies renouvelables. Au cours des 8 à 10 prochaines années, le fonds investira dans des projets kazakhs sur les énergies nouvelles et renouvelables, avec une enveloppe initiale comprise entre 50 et 100 millions de dollars des États-Unis, dont les deux tiers proviendront d'investissements privés et étrangers (Oilnews, 2014).

KIRGHIZISTAN

Un pays technologiquement dépendant

L'économie kirghize repose essentiellement sur la production agricole, l'extraction de minerais, le textile et le secteur des services. Il existe peu d'incitations encourageant la création d'industries basées sur le savoir et les technologies. Le faible taux d'accumulation du capital freine également les changements structurels visant à favoriser le développement de l'innovation et d'industries à forte intensité de technologie. Tous les secteurs économiques clés sont dépendants de l'extérieur du point de vue technologique. Dans le secteur de l'énergie, par exemple, tous les équipements technologiques sont importés de l'étranger et de nombreux actifs appartiennent à des étrangers[12].

Le Kirghizistan devrait investir massivement dans les secteurs prioritaires comme l'énergie afin d'améliorer sa compétitivité et de stimuler le développement socioéconomique. Mais la faiblesse des

10. L'unique centrale nucléaire du Kazakhstan a été mise hors service en 1999 après 26 ans de fonctionnement. Selon l'Agence internationale de l'énergie atomique, une entreprise commune avec la société russe Atomstroyexport envisage de fabriquer et de commercialiser des réacteurs innovants de petite et moyenne taille, en commençant par un réacteur de 300 MWe de conception russe qui servira de prototype aux unités de production kazakhes.

11. Cette agence est une société par actions, comme beaucoup d'organismes d'État.

12. Si nous prenons l'exemple de la Fédération de Russie, trois entreprises détenues partiellement par l'État ont investi récemment dans les secteurs hydroélectrique, pétrolier et gazier du Kirghizistan. En 2013, la société RusHydro a commencé la construction du premier d'une série de barrages hydroélectriques dont elle assurera la gestion. En février 2014, Rosneft a signé un accord-cadre pour acheter 100 % de Bishkek Oil et prendre une participation de 50 % dans le seul fournisseur de kérosène du deuxième aéroport du pays, Osh International. La même année, Gazprom a fait un pas de plus vers le rachat de 100 % de Kyrgyzgaz, qui exploite le réseau de gaz naturel du Kirghizistan. En échange d'un investissement symbolique de 1 dollar des États-Unis, Gazprom prendra à sa charge 40 millions de dollars de dettes et investira 20 milliards de roubles (environ 551 millions de dollars É.-U.) dans la modernisation des gazoducs kirghizes au cours des cinq prochaines années. Gazprom fournit déjà la majeure partie du kérosène du pays et contrôle 70 % du marché de l'essence au détail (Satke, 2014).

investissements dans la R&D, aussi bien en termes de ressources financières (figure 14.3) que de ressources humaines, constitue un handicap majeur. Dans les années 1990, le Kirghizistan a perdu un grand nombre de scientifiques formés pendant l'ère soviétique. La fuite des cerveaux reste un problème majeur, auquel s'ajoute le vieillissement de la population des scientifiques encore au Kirghizistan. Bien que le nombre de chercheurs soit resté relativement stable au cours des 10 dernières années (tableau 14.2), la recherche a un impact très faible et son application dans l'économie est généralement très limitée. La R&D est concentrée dans l'Académie des sciences, ce qui suggère que les universités doivent rapidement retrouver leur statut d'organismes de recherche. Par ailleurs, la société ne considère pas la science comme un moteur essentiel du développement économique ni comme un choix de carrière prestigieux.

Nécessité d'éliminer les contrôles sur l'industrie

La *Stratégie nationale pour le développement durable* (2013-2017)[13] prend acte de la nécessité d'éliminer les contrôles sur l'industrie afin de créer des emplois, d'augmenter les exportations et de faire du pays un pôle financier, touristique et culturel en Asie centrale. À l'exception des secteurs industriels dangereux pour lesquels l'intervention de l'État est justifiée, les restrictions sur la création d'entreprises et l'octroi de licences seront levées et le nombre d'autorisations nécessaires sera diminué de moitié. Les inspections seront réduites au strict minimum et le gouvernement s'efforcera d'interagir davantage avec le secteur privé. L'État se réserve toutefois le droit de réglementer les questions liées à la protection de l'environnement et aux services de préservation de l'écosystème. À l'horizon 2017, le Kirghizistan s'est fixé comme objectif de se hisser dans les 30 premières places du classement « Doing Business » de la Banque mondiale, et de ne pas figurer au-delà du 40e rang de l'indice de liberté économique et de la 60e place en termes de promotion du commerce mondial. En mettant en place une lutte systématique contre la corruption tout en légalisant l'économie informelle, le Kirghizistan ambitionne de figurer, d'ici 2017, parmi les 50 pays les moins corrompus dans l'indice de perception de la corruption de Transparency International.

Améliorer la protection de la propriété intellectuelle

En 2011, le gouvernement a consacré à peine 10 % du PIB à la recherche appliquée, la majeure partie du financement allant au développement expérimental (71 %). Le Programme d'État pour le développement de la propriété intellectuelle et l'innovation (2012-2016) vise à favoriser le développement des technologies de pointe, afin de moderniser l'économie. Ce programme s'accompagnera de mesures destinées à renforcer la protection de la propriété intellectuelle, et ainsi à améliorer la réputation du pays en ce qui concerne l'État de droit. Un système sera mis en place pour lutter contre le trafic de biens contrefaits et des efforts seront consentis pour sensibiliser le public au rôle et à l'importance de la propriété intellectuelle. Durant la première phase (2012-2013), des spécialistes ont été formés aux droits de la propriété intellectuelle et des lois pertinentes ont été adoptées. Le gouvernement introduit également des mesures pour augmenter le nombre de diplômes de licence et de master en sciences et technologie.

13. Voir http://gov.kg et www.nas.aknet.kg.

Améliorer la qualité de l'enseignement

Les dépenses du Kirghizistan en faveur de l'éducation sont plus élevées que dans la plupart des pays voisins : 6,8 % du PIB en 2011. L'enseignement supérieur représente environ 15 % du total. Selon l'*Examen de la rentabilité du système éducatif kirghize*, réalisé par le gouvernement, le Kirghizistan comptait 52 établissements d'enseignement supérieur en 2011.

De nombreuses universités se soucient davantage de faire des profits que de dispenser une éducation de qualité. Elles multiplient le recrutement des étudiants via le système de contrat, ces derniers étant admis non pas sur des critères de mérite mais en fonction de leur capacité à payer les frais d'inscription, et contribuent ainsi à saturer le marché du travail de diplômés dont les compétences sont inadéquates. Le niveau de professionnalisme des enseignants est également bas. En 2011, 6 professeurs sur 10 ne détenaient qu'une licence, 15 % un master, 20 % un diplôme de candidat ès sciences, 1 % un doctorat et 5 % un diplôme de docteur ès sciences (le grade le plus élevé).

La *Stratégie nationale pour le développement de l'éducation* (2012-2020) fixe comme priorité l'amélioration de la qualité de l'enseignement supérieur. L'objectif est que tous les enseignants détiennent au minimum un master, 40 % un diplôme de candidat ès sciences et 10 % un doctorat ou un diplôme de docteur ès sciences d'ici 2020. Le système d'assurance de la qualité sera également réformé. Par ailleurs, les programmes seront réétudiés pour les aligner sur les priorités nationales et les stratégies de développement économique de la région. Un système d'évaluation des enseignants sera introduit et les mécanismes existants de financement de l'enseignement supérieur seront revus.

OUZBÉKISTAN



Un système d'innovation balbutiant

L'ensemble de mesures anticrises couvrant la période 2009-2012 et se traduisant par l'injection de fonds dans les secteurs économiques stratégiques a permis à l'Ouzbékistan de résister à la crise financière. Un décret présidentiel de décembre 2010 a défini les secteurs prioritaires pour la période 2011-2015 : énergie ; pétrole et gaz naturel ; industries textile et automobile ; métaux non ferreux ; sciences de l'ingénieur ; produits pharmaceutiques ; transformation de haute qualité de produits agricoles ; et matériaux de construction. Ces secteurs concernent généralement des grandes entreprises dotées de bureaux d'études et de laboratoires. Toutefois, des organismes étatiques spécialisés promeuvent également l'innovation de manière active. On peut citer notamment l'Agence pour le transfert de technologies (créée en 2008), qui est responsable du transfert de technologies à destination des régions ; l'Entreprise d'État unifiée pour l'information scientifique et technique (créée en 2009), qui dépend du Comité de coordination du développement scientifique et technologique ; et l'Agence ouzbèke de la propriété intellectuelle (créée en 2011).

Le gouvernement a également créé par décret des zones franches industrielles pour encourager la modernisation de tous les secteurs de l'économie. La province de Navoï est devenue la toute première zone franche industrielle à voir le jour en décembre 2008, suivie par deux autres zones, à Angren dans la

Tableau 14.4 : **Les organismes de recherche les plus actifs en Ouzbékistan, 2014**

Physique et astronomie	Énergie
Institut de physique nucléaire	Institut de l'énergie et de l'automatisation
Observatoire RT-70	Université technique d'État de Tachkent
Institut physique et technique SPU (Physique-Soleil)	Institut polytechnique de Fergana
Institut des polymères, de chimie et de physique	Institut d'ingénierie en économie de Karchi
Institut de physique appliquée, Université nationale d'Ouzbékistan	Biochimie, génétique et biologie moléculaire
Sciences chimiques	**Biochimie, génétique et biologie moléculaire**
Institut de chimie bio-organique *(nommé en l'honneur de Sadykov, membre de l'académie)*	Centre de génomique et de bio-informatique
Institut de chimie générale et inorganique	Institut du patrimoine génétique végétal et animal
Institut de chimie et des substances végétales	Institut de génétique et de phytobiologie expérimentale
Institut des polymères, de chimie et de physique	Institut de microbiologie

Source : Données compilées par l'auteur.

région de Tachkent en avril 2012, et à Dijzak dans la région de Syr-Daria en mars 2013. Les entreprises installées dans ces zones franches industrielles ont déjà produit des inventions et sont engagées dans des partenariats public-privé grâce auxquels elles cofinancent des projets d'innovation avec le Fonds pour la reconstruction et le développement de l'Ouzbékistan, créé en mai 2006. Le système national d'innovation du pays est toutefois encore en phase de développement. Les liens entre la science et l'industrie sont ténus et la commercialisation des résultats de la recherche est quasiment inexistante.

En 2012, le Comité de coordination du développement scientifique et technologique a défini huit priorités en matière de R&D à l'horizon 2020, en fonction des besoins du secteur industriel (CCDST, 2013) :

- Développement d'une économie innovante grâce au renforcement de l'État de droit ;
- Économies d'énergie et de ressources ;
- Développement du recours à l'énergie renouvelable ;
- Développement des TIC ;
- Agriculture, biotechnologie, écologie et protection de l'environnement ;
- Médecine et pharmacologie ;
- Technologies chimiques et nanotechnologies ; et
- Sciences de la Terre : géologie, géophysique, sismologie et transformation des minerais bruts.

La première de ces huit priorités mérite de plus amples explications. L'objectif final de la réforme juridique en cours en Ouzbékistan est de tirer profit de l'innovation pour régler les problèmes socioéconomiques et améliorer la compétitivité économique. L'innovation est donc perçue comme un moyen de démocratiser la société. Les grandes lignes du projet de loi sur l'innovation et les activités innovantes ont été esquissées dans le décret présidentiel de janvier 2011 relatif à l'approfondissement des réformes démocratiques, et plus particulièrement au renforcement du statut des représentants locaux. Le projet de loi prévoit également de créer un mécanisme efficace pour tester, déployer et commercialiser les travaux scientifiques prometteurs. Il définit des incitations et des récompenses supplémentaires pour les entreprises qui développent des projets innovants, en particulier dans les industries de haute technologie. En 2014, le projet de loi a été rendu public pour encourager le débat.

En Ouzbékistan, l'État encourage l'innovation en apportant un soutien (financier, matériel et technique) direct à des programmes et projets spécifiques, et non pas en subventionnant des structures hiérarchiques ou des organismes de recherche donnés. L'un des volets les plus efficaces de ce mécanisme est le financement sur fonds propres qui permet une combinaison souple de fonds budgétaires et de financements provenant de l'industrie et des régions. Ce système garantit que les travaux de recherche entrepris correspondent à une demande et que les résultats aboutiront au développement de produits et de procédés. Il crée également des passerelles entre le secteur public de la recherche et les entreprises industrielles. Les chercheurs et les industriels peuvent également discuter de nouvelles idées lors des foires annuelles de l'innovation organisées dans le pays (voir photo, p. 364). Entre 2008 et 2014 :

- 26 % des propositions examinées portaient sur les biotechnologies, 19 % sur les nouveaux matériaux, 16 % sur la médecine, 15 % sur le pétrole et le gaz naturel, 13 % sur l'énergie et la métallurgie et 12 % sur les technologies chimiques ;
- Plus de 2 300 accords portant sur le développement expérimental ont été signés pour un montant supérieur à 85 milliards de soums ouzbeks, soit 37 millions de dollars des États-Unis ;
- Ces contrats ont débouché sur l'introduction de 60 nouvelles technologies et sur la production de 22 types de produits ;
- Ces nouveaux produits ont généré un chiffre d'affaires de 680 milliards de soums ouzbeks (près de 300 millions de dollars É.-U.), et représenté 7,8 millions de dollars des États-Unis en substitution d'importations.

Attirer une nouvelle génération de chercheurs

En 2011, les trois quarts des chercheurs ouzbeks étaient employés dans l'enseignement supérieur et à peine 6 % d'entre eux dans le secteur des entreprises privées (figure 14.5). Dans la mesure où la majorité des chercheurs universitaires approchent de l'âge de la retraite, ce déséquilibre représente une menace pour l'avenir de la recherche en Ouzbékistan. Les titulaires d'un diplôme de candidat ès sciences, de docteur ès sciences ou de doctorat ont presque tous plus de 40 ans, et la moitié d'entre eux est âgée de

Encadré 14.4 : **Des chercheurs ouzbeks et américains donnent de la valeur ajoutée économique à la fibre de coton**

Une étude récente pourrait potentiellement avoir un impact estimé à plusieurs milliards de dollars sur le secteur mondial du coton et permettre aux producteurs de coton de lutter contre la concurrence croissante des fibres synthétiques.

Cette étude, publiée en janvier 2014 dans la revue *Nature Communications*, est le résultat d'une collaboration entre des biologistes du Centre ouzbek de génomique et de bio-informatique, de l'Université A&M du Texas (États-Unis) et du Bureau des programmes de recherche internationale du Ministère américain de l'agriculture, qui a fourni l'essentiel du financement.

« La durabilité et la biosécurité de la production de coton sont essentielles pour l'économie ouzbèke car l'agriculture représente [19 %] du PIB du pays », explique l'auteur principal, le professeur Ibrokhim Abdurakhmonov. Ce dernier, qui a obtenu un master en amélioration des plantes à l'Université A&M du Texas en 2001, est l'actuel directeur du Centre de génomique et de bio-informatique de l'Académie des sciences d'Ouzbékistan.

La très grande majorité du coton produit dans le monde provient de la variété *Gossypium hirsutum*, également appelée coton mexicain. Une autre variété de coton, *Gossypium barbadense,* présente l'avantage d'avoir des fibres plus longues et plus solides mais sa croissance est plus lente, son rendement plus faible et sa culture plus difficile car elle exige un climat sec et est moins résistante aux pathogènes et aux parasites.

« Les phytogénéticiens essaient depuis longtemps de développer une variété de coton mexicain qui aurait des fibres de la même qualité que le coton *G. barbadense* », explique Alan Pepper, professeur associé au département de biologie de l'Université A&M du Texas et coauteur de l'étude. « Vous trouverez partout dans le monde des biologistes qui essaient d'obtenir ce résultat. Les implications du point de vue économique sont considérables car plus les fibres sont longues, plus le prix que le cultivateur peut tirer de son coton est élevé. »

La méthode des chercheurs a permis d'augmenter la longueur des fibres d'au moins 5 mm (soit une augmentation de 17 %), par rapport au groupe contrôle de leur étude. « C'était de la science fondamentale pure, une sorte d'expérimentation à l'aveugle », note le professeur Pepper.

Il reconnaît que les résultats de la recherche sont, techniquement parlant, des organismes génétiquement modifiés (OGM). Mais il fait une distinction essentielle. Les principales critiques adressées aux OGM, remarque A. Pepper, portent sur les cas où des gènes d'autres espèces (y compris bactériennes) sont ajoutés à un organisme pour atteindre la caractéristique recherchée. « Ce que nous faisons est légèrement différent. Nous n'ajoutons pas de gènes provenant d'une autre espèce. Nous prenons simplement des gènes présents dans la plante et nous invalidons les effets de l'un d'entre eux. »

« Des fibres plus longues et plus résistantes permettraient d'augmenter le revenu des cultivateurs d'au moins 250 dollars des États-Unis par hectare », explique le professeur Abdurakhmonov. « Par ailleurs, nous anticipons une amélioration possible de la résistance aux stress abiotiques [comme les vents violents ou la sécheresse], ce qui ne fait qu'ajouter au potentiel commercial de cette nouvelle variété. »

En décembre 2013, le professeur Abdurakhmonov a été nommé « chercheur de l'année » par le Comité consultatif international du coton pour sa « technologie d'invalidation génique », qui fait l'objet d'un dépôt de brevet en Ouzbékistan, aux États-Unis et ailleurs. Des travaux de recherche ont été entrepris afin d'appliquer cette technologie à d'autres plantes.

Avec environ 10 % des exportations mondiales, l'Ouzbékistan est le cinquième pays exportateur de fibres de coton derrière les États-Unis, l'Inde, la Chine et le Brésil. Le pays utilise les recettes tirées de la culture du coton pour diversifier son économie.

Source : www.bio.tamu.edu (communiqué de presse) ; voir également http://genomics.uz.

plus de 60 ans. Plus d'un chercheur sur trois (38,4 %) est titulaire d'un doctorat ou d'un diplôme équivalent, le reste (60,2 %) détient une licence ou un master.

En juillet 2012, un décret présidentiel a mis fin au système des diplômes de candidat et de docteur ès sciences, hérité du système soviétique[14], et l'a remplacé par un système de diplôme en trois cycles (licence/master/doctorat). Les titulaires d'une licence, qui ne pouvaient généralement pas accéder à des études de troisième cycle dans l'ancien système, pourront désormais intégrer un cursus débouchant sur un diplôme de master. Cette mesure devrait inciter les jeunes à choisir les disciplines scientifiques.

Un second décret présidentiel, datant de décembre 2012 et applicable dès la rentrée universitaire de 2013-2014, portait sur l'amélioration des compétences en langues étrangères. L'enseignement de l'anglais, en particulier, sera introduit dans les écoles secondaires et certains cours seront enseignés en anglais à l'université, notamment les sciences de l'ingénieur et certains domaines spécialisés, comme le droit ou la finance, afin de favoriser l'échange d'informations et la coopération scientifique au plan international. Les étudiants originaires de zones rurales reculées pourront se spécialiser dans l'enseignement des langues étrangères à l'université, sur recommandation des autorités locales. Des programmes de télévision et de radio conçus pour enseigner les langues étrangères aux enfants et aux adolescents seront largement diffusés. Les universités bénéficieront d'un accès plus large à des ressources multimédias internationales, ainsi qu'à des revues, des journaux et des magazines spécialisés.

L'Université Inha de Tachkent a accueilli sa première promotion d'étudiants en octobre 2014. Spécialisée dans les TIC, cette nouvelle université est le fruit d'une collaboration avec l'Université Inha en République de Corée, et adoptera des programmes académiques similaires à ceux de son homologue coréenne. À l'issue du processus de sélection en cours, deux

14. Pour une explication du système d'enseignement supérieur soviétique, voir la figure 14.3 (p. 220) du *Rapport de l'UNESCO sur la science* 2010.

groupes de 70 et 80 étudiants intégreront respectivement le Département d'ingénierie de l'information et de la communication et le Département de sciences informatiques et d'ingénierie. Tous les enseignements seront dispensés en anglais.

Afin d'améliorer la formation, les premiers laboratoires intersectoriels pour la jeunesse ont été créés par l'Académie des sciences en 2010, dans des secteurs prometteurs comme la génétique et la biotechnologie, les matériaux de pointe, les énergies nouvelles et renouvelables, les technologies modernes de l'information, la conception de médicaments, et les technologies, les équipements et la conception de produits pour les secteurs pétrolier et gazier et l'industrie chimique. Ces domaines ont été choisis par l'Académie pour refléter les points forts de la science ouzbèke (figure 14.6 et tableaux 14.2 et 14.4). L'Académie des sciences a également relancé le Conseil des jeunes scientifiques.

Orienter davantage la recherche vers la résolution des problèmes

Afin de réorienter la recherche académique vers la résolution des problèmes et garantir une continuité entre la recherche fondamentale et la recherche appliquée, le gouvernement a signé un décret en février 2012 pour réorganiser plus de 10 institutions sous tutelle de l'Académie des sciences. Par exemple, l'Institut de recherche pour les mathématiques et les technologies de l'information a été intégré à l'Université nationale d'Ouzbékistan, et l'Institut de recherche approfondie sur les problématiques régionales de Samarcande est devenu un laboratoire orienté vers la résolution de problèmes environnementaux installé au sein de l'Université d'État de Samarcande. Certaines institutions, comme le Centre de génomique et de bio-informatique, sont restées sous la tutelle de l'Académie des sciences (tableau 14.4 et encadré 14.4).

En mars 2013, deux instituts de recherche ont été créés par décret présidentiel pour encourager le développement des nouvelles sources d'énergie avec un soutien financier de la Banque asiatique de développement et d'autres institutions : l'Institut physique et technique SPU et l'Institut international pour l'énergie solaire.

TADJIKISTAN



Une forte croissance économique, une faible intensité de R&D

Le Tadjikistan connaît depuis quelques années une croissance vigoureuse, grâce à diverses réformes économiques, notamment le développement de nouveaux secteurs comme l'hydroélectricité et le tourisme et des mesures efficaces visant à favoriser la stabilité macroéconomique. Les DIRD ont augmenté de 157 % entre 2007 et 2013 (pour atteindre 20,9 millions de dollars PPA, en dollars constants de 2005) mais le ratio DIRD/PIB n'est passé que de 0,07 % à 0,12 % au cours de la même période (figure 14.3).

Le pays dispose d'atouts considérables : outre des réserves d'eau douce et différentes ressources minérales, le Tadjikistan possède des surfaces relativement importantes de terres non exploitées se prêtant à l'agriculture (notamment à des cultures respectueuses de l'environnement), une main-d'œuvre relativement bon marché et une position géographique stratégique (notamment grâce à la frontière qu'il partage avec la Chine) qui en fait un lieu de transit pour les réseaux commerciaux et de transport.

Les conditions favorables à l'instauration d'une économie de marché ne sont pas encore réunies

Le pays est également confronté à plusieurs difficultés : une pauvreté généralisée, la nécessité de développer l'État de droit, le coût élevé de la lutte contre le trafic de drogues et le terrorisme à la frontière, un accès limité à Internet (16 % de la population en 2013) et un marché domestique restreint. Le secteur public n'est pas structuré pour répondre aux besoins d'une économie de marché, et les plans et stratégies de développement ne sont ni harmonisés ni intégrés verticalement. Les partenaires potentiels au sein du secteur privé et de la société civile ne sont pas suffisamment impliqués dans le processus de développement. Circonstance aggravante, les modestes ressources financières sont souvent allouées de manière inadaptée pour permettre d'atteindre les objectifs fixés par les documents stratégiques du pays. Le Tadjikistan souffre également de l'inadéquation de ses données statistiques.

Ces facteurs ont un impact sur la mise en œuvre de la *Stratégie nationale de développement* pour 2005-2015, élaborée par le Président Emomalii Rahmon afin de permettre au Tadjikistan de réaliser les objectifs du Millénaire pour le développement. Dans le domaine de l'éducation, cette stratégie prévoit une réforme institutionnelle et économique du système éducatif et le renforcement de la capacité du secteur à fournir des services. Les principaux problèmes à résoudre sont : la malnutrition et les maladies, très répandues parmi les enfants et conduisant à l'absentéisme ; le faible niveau de qualification du personnel enseignant ; le faible niveau de rémunération des enseignants qui affecte leur motivation et encourage la corruption ; la pénurie de manuels mis à jour ; les méthodes d'évaluation inefficaces ; et les programmes scolaires à tous les niveaux qui ne sont pas adaptés aux exigences du monde moderne, avec notamment l'absence de programmes scientifiques à certains niveaux.

L'éducation dépend de plus en plus de l'aide

Selon les prévisions, le nombre d'élèves fréquentant l'école secondaire pourrait augmenter de 40 % entre 2005 et 2015. Une enquête récente a révélé qu'il manquait 600 000 places dans les écoles. Selon cette même enquête, 25 % des établissements scolaires n'ont pas de système de chauffage ou d'eau courante, et 35 % d'entre eux n'ont pas de toilettes. L'accès à Internet est limité, même dans les écoles qui sont équipées d'ordinateurs, en raison des coupures d'électricité fréquentes et d'un manque de personnel qualifié. Ces dernières années, on assiste à un déséquilibre entre les sexes en matière de scolarisation, en particulier dans les classes comprises entre la 9e et la 11e année (enfants âgés de 14 à 16 ans), au détriment des filles.

Si le budget de l'éducation est passé de 3,4 % à 4,0 % du PIB entre 2007 et 2012, il reste toutefois très en deçà du niveau atteint en 1991 (8,9 % du PIB). La part de ce budget consacrée à l'enseignement supérieur est retombée à 11 % en 2012, après avoir atteint un niveau record de 14 % en 2008.

Le système éducatif est donc de plus en plus dépendant de « paiements non officiels » et de l'aide internationale. Des barrières administratives freinent la mise en place de partenariats public-privé efficaces, ce qui limite la participation du secteur privé, notamment au niveau de l'école maternelle, de

l'enseignement professionnel et des universités. Il semble donc peu probable que le Tadjikistan atteigne l'objectif de privatiser 30 % de ces établissements d'ici 2015, qu'il s'est fixé dans sa *Stratégie nationale de développement*.

L'avenir dira si le pays est en mesure d'atteindre d'autres objectifs clés à l'horizon 2015, tels que : fournir des manuels adaptés à tous les élèves, impliquer davantage les communautés locales dans la résolution des problèmes, décentraliser le financement de l'éducation, recycler les connaissances de 25 % des enseignants par an, et créer au moins 450 nouvelles écoles, toutes équipées d'un système de chauffage, de l'eau courante et de sanitaires, tout en rénovant les écoles existantes. En outre, au moins 50 % des écoles devront avoir accès à Internet.

Des plans pour moderniser l'environnement de la recherche

Le Tadjikistan peut encore compter sur une base relativement solide de personnel scientifique mais les maigres ressources consacrées à la R&D sont réparties sur un grand nombre de domaines. La recherche n'est pas orientée vers la résolution des problèmes que connaît le pays, ni vers la satisfaction des besoins du marché. Par ailleurs, les liens entre les instituts de recherche et les établissements éducatifs sont peu développés, ce qui rend difficile le partage d'installations, comme les laboratoires. La répartition inadéquate des TIC représente également un frein à la coopération scientifique et à l'échange d'informations au niveau international.

Conscient de ces problèmes, le gouvernement envisage de réformer le secteur de la science. Il prévoit notamment de réaliser un inventaire et une analyse des domaines de recherche dans les institutions scientifiques afin d'en améliorer la pertinence. Des programmes cibleront les domaines de la recherche fondamentale et appliquée jugés essentiels pour le développement scientifique et économique. La moitié au moins des projets scientifiques devront avoir une application pratique. Les scientifiques seront encouragés à demander des subventions, proposées par voie de concours par les fondations et les organismes publics et internationaux, et des contrats de recherche seront progressivement introduits pour favoriser des projets de R&D prioritaires dans tous les domaines scientifiques. Les installations scientifiques concernées seront rénovées, équipées et dotées d'un accès à Internet. Une base de données d'informations scientifiques est également mise en place.

Le premier forum des inventeurs du Tadjikistan, intitulé « De l'invention à l'innovation », s'est tenu à Douchanbé en octobre 2014. Cette manifestation, organisée par le Centre national des brevets et de l'information du Ministère du développement économique et du commerce en partenariat avec des organisations internationales, a permis de discuter des besoins du secteur privé et de favoriser les liens à l'international.

Égalité des sexes : une réalité bien différente de la théorie

Si la part des chercheuses s'est maintenue au-dessus de 40 % au Kazakhstan, au Kirghizistan et en Ouzbékistan depuis la chute de l'Union soviétique (le Kazakhstan peut même se targuer d'avoir atteint la parité entre les sexes), au Tadjikistan, seul un scientifique sur trois (33,8 %) était une femme en 2013, contre 40 % 11 ans plus tôt (2002). Bien que des politiques soient mises en œuvre[15] pour offrir aux femmes des droits et des opportunités identiques aux hommes, elles sont mal financées et mal comprises par les fonctionnaires à tous les niveaux de l'administration. La mise en œuvre de ces politiques pâtit également du manque de coopération en matière d'égalité des sexes entre le gouvernement, la société civile et le monde des affaires. Par conséquent, les femmes sont souvent exclues de la vie publique et des processus décisionnels, alors même qu'elles jouent un rôle de soutien de famille de plus en plus important.

Au titre de la réforme administrative, mise en œuvre dans le cadre de la *Stratégie nationale de développement*, il est prévu que la question de l'égalité des sexes soit prise en compte dans l'élaboration des budgets futurs. La législation en vigueur sera modifiée pour soutenir les objectifs en matière d'égalité des sexes et garantir aux hommes et aux femmes le même accès à l'enseignement secondaire et supérieur, aux prêts, à l'information, aux services de conseil et, dans le cas des entrepreneurs, au capital-risque et aux autres ressources. La politique mettra également l'accent sur l'élimination des stéréotypes de genre et sur la prévention de la violence contre les femmes.

TURKMÉNISTAN



Une protection sociale pour amortir les effets de la transition vers une économie de marché

Le Turkménistan a connu une période de changements accélérés – et peu de troubles sociaux – depuis l'élection du Président Gourbangouly Berdymouhamedov en 2007 (réélu en 2012), après la mort du « Président à vie », Sparamurat Niyazov. Le pays a évolué vers une économie de marché depuis que ce modèle a été inscrit dans sa Constitution en 2008. Le gouvernement garantit toutefois un salaire minimum et continue de subventionner un grand nombre de produits et de services, dont le gaz et l'électricité, l'eau, l'évacuation des eaux usées, l'abonnement téléphonique, les transports publics (bus, train et vols domestiques) et certains matériaux de construction (briques, ciment, ardoise). Des politiques visant à libéraliser l'économie sont progressivement mises en œuvre. Avec l'augmentation du niveau de vie, certaines subventions (farine et pain) ont été supprimées en 2012.

Aujourd'hui, le Turkménistan enregistre l'une des plus fortes croissances économiques du monde. L'introduction d'un taux de change fixe de 1 dollar des États-Unis pour 2,85 manat turkmènes en 2009 a entraîné la disparition du marché noir des devises et a rendu l'économie plus attirante pour les investisseurs étrangers. L'émergence d'un secteur privé est illustrée par l'ouverture de la première entreprise sidérurgique du pays et le développement d'une industrie chimique et d'autres industries légères dans les secteurs de la construction, de l'agroalimentaire et des produits pétroliers. Le Turkménistan exporte désormais son gaz naturel vers la Chine et le pays construit l'un des plus grands champs gaziers du monde, Galkinish, dont les réserves sont estimées à 26 000 milliards de m^3. La ville d'Avaz, au bord de la mer Caspienne, a été transformée en station balnéaire, avec la construction de dizaines d'hôtels pouvant accueillir plus de 7 000 touristes. En 2014, près de 30 hôtels et maisons de vacances étaient en construction.

15. Un programme du gouvernement a identifié quelles doivent être les orientations fondamentales de la politique publique pour assurer l'égalité des droits et des opportunités entre les hommes et les femmes au cours de la période 2001-2010, et une loi a été adoptée en mars 2005 pour garantir ces droits et ces opportunités.

Le pays connaît un véritable boom de la construction. Pour la seule année 2012, 48 jardins d'enfants, 36 écoles secondaires, 25 académies sportives, 16 stades, 17 centres de santé, 8 hôpitaux, 7 centres culturels et 1,6 million de m^2 de logements[16] ont été construits. Dans tout le pays, des routes, des centres commerciaux et des entreprises industrielles sortent de terre. Le Turkménistan a entièrement modernisé son réseau ferroviaire national et urbain et équipe sa flotte aérienne d'appareils modernes.

Les écoles bénéficient également d'un programme de rénovation dans tout le pays, les manuels vieux de 20 ans sont remplacés et des méthodes pédagogiques modernes faisant appel aux multimédias sont introduites. Un programme est mis en œuvre pour équiper toutes les écoles, universités et instituts de recherche d'ordinateurs, d'un accès Internet à large bande et de bibliothèques numériques. Internet n'est accessible au public que depuis 2007, ce qui explique que 9,6 % de la population seulement y avait accès en 2013, soit la proportion la plus basse à l'échelle de l'Asie centrale.

Un État de droit mieux respecté

Sur le plan politique, le Président Berdymouhamedov a rétabli les pouvoirs législatifs du *Mejlis*, le parlement turkmène, et rendu obligatoire l'approbation par le législateur des nominations de certains ministres (Ministres de la justice et de l'intérieur notamment). Les premières élections parlementaires multipartites ont eu lieu en 2013 et permis, pour la première fois, l'élection au *Mejlis* de représentants d'un deuxième parti, le Parti des industriels et des entrepreneurs.

Des lois ont été introduites pour accorder plus de libertés aux médias et punir la torture et d'autres actes criminels commis par des représentants de l'État. Les déplacements à l'intérieur du pays ont également été facilités avec la levée des *checkpoints* (on en dénombrait pas moins de 10 à une époque sur la route entre Achgabat et Türkmenabat). Aujourd'hui, un voyageur se rendant à l'étranger doit seulement présenter son passeport une fois, ce qui devrait faciliter la mobilité des scientifiques.

Un président décidé à revitaliser la science

Le président actuel est bien plus engagé en faveur de la science que son prédécesseur. En 2009, il a restauré l'Académie turkmène des sciences et l'Institut du soleil, un établissement réputé rattaché à l'académie, qui dataient tous deux de l'ère soviétique (encadré 14.5). En 2010, il a également arrêté 12 domaines prioritaires pour la R&D (*Rapport de l'UNESCO sur la science 2010*, p. 245) :

- Extraction et raffinage du pétrole et du gaz et extraction d'autres minerais ;
- Développement du secteur de l'énergie électrique et exploration de l'usage potentiel d'énergies nouvelles : solaire, éolien, géothermique et biogaz ;
- Sismologie ;
- Transports ;
- Développement des TIC ;
- Automatisation de la production ;
- Préservation de l'environnement et introduction de technologies non polluantes ne produisant pas de déchets ;
- Développement de techniques de sélection dans le secteur agricole ;
- Médecine et produits pharmaceutiques ;
- Sciences naturelles ;
- Sciences humaines, notamment l'étude de l'histoire, de la culture et du folklore du pays.

16. Voir www.science.gov.tm/organisations/classifier/high_schools.

Encadré 14.5 : L'Institut du soleil du Turkménistan

Bien que le Turkménistan dispose d'abondantes réserves de pétrole et de gaz naturel et que la production nationale d'énergie électrique couvre les besoins du pays, l'électrification des montagnes du Kopet-Dag ou des zones arides du pays (le désert occupe environ 86 % de la superficie nationale) n'est pas chose aisée. La production d'énergie éolienne et solaire permet de pallier cette difficulté tout en créant des emplois.

Les scientifiques de l'Institut du soleil mettent en œuvre plusieurs projets à long terme, comme la conception de mini-accumulateurs solaires, de batteries solaires, de centrales éoliennes et solaires photovoltaïques et de petites unités industrielles autonomes de biodiésel. Ces unités seront utilisées pour développer les zones arides et la région autour du Lac de l'âge d'or, ainsi que pour favoriser le tourisme à Avaz, sur le littoral de la mer Caspienne.

Dans les zones isolées du pays, les scientifiques de l'Institut du soleil travaillent sur des systèmes de pompage de l'eau dans des puits ou des forages, de recyclage des déchets domestiques et industriels, de production de biodiésel et d'engrais organiques, et d'élevage « zéro gaspillage ». Parmi leurs réalisations, on peut citer des unités de dessalement et de séchage solaires, la culture d'algues dans des photobioréacteurs solaires, un fourneau « solaire » pour des essais à haute température, des serres solaires et une unité de production de biogaz. Une éolienne a été installée sur l'île de Gyzylsu dans la mer Caspienne pour fournir de l'eau à l'école locale.

Dans le cadre du projet Tempus, les scientifiques de l'Institut du soleil suivent des formations (ou des remises à niveau) depuis 2009 à l'Université technique Bergakademie de Freiberg (Allemagne). Les chercheurs de l'Institut du soleil étudient également la possibilité de produire de la silicone destinée aux convertisseurs photovoltaïques à partir du sable du désert du Karakoum, grâce à une bourse de la Banque islamique de développement.

Source : www.science.gov.tm/en/news/20091223news_alt_ener/.

Différents instituts de l'académie ont été fusionnés en 2014 : l'Institut de botanique et l'Institut des plantes médicinales ont donné naissance à l'Institut de biologie et des plantes médicinales, l'Institut de l'énergie solaire est né de la fusion de l'Institut du soleil et de l'Institut de physique et de mathématiques, et enfin l'Institut de sismologie a fusionné avec le Service d'État pour la sismologie pour donner naissance à l'Institut de sismologie et de physique atmosphérique[17].

En 2011, la construction d'un technoparc a commencé dans le village de Bikrova, près d'Achgabat. Il abritera des installations industrielles, de recherche et d'éducation, des incubateurs d'entreprises et des centres d'exposition. Le parc accueillera notamment des travaux de recherche sur les nouvelles sources d'énergie (soleil, vent) et l'assimilation des nanotechnologies. La même année, le président a signé un décret créant l'Agence spatiale nationale,[18] qui sera chargée de suivre l'orbite de la Terre, de lancer des services de communication par satellite, de conduire des travaux de recherche spatiale et de piloter un satellite artificiel au-dessus du territoire turkmène.

La coopération internationale avec des grands établissements scientifiques et éducatifs à l'étranger est encouragée, notamment en vue d'une collaboration scientifique sur le long terme. Des rencontres scientifiques internationales sont régulièrement organisées dans le pays depuis 2009 pour encourager la recherche conjointe et le partage d'informations et d'expériences.

L'Institut d'État du pétrole et du gaz du Turkménistan, créé en 2012, est devenu l'année suivante l'Université internationale du pétrole et du gaz. L'établissement, installé sur un site de 30 hectares qui abrite également le Centre des technologies de l'information, peut accueillir 3 000 étudiants. Le Turkménistan compte désormais 16 instituts de formation et universités, dont un établissement privé.

Le gouvernement a également pris une série de mesures pour encourager les jeunes à s'engager dans une carrière dans le domaine de la science ou de l'ingénierie. Ces mesures comprennent notamment le versement d'une allocation mensuelle tout au long du cursus pour les étudiants des disciplines scientifiques et technologiques et un fonds spécial destiné à soutenir les travaux de recherche des jeunes scientifiques dans les domaines définis comme prioritaires par le gouvernement, à savoir : l'introduction de nouvelles technologies dans l'agriculture ; l'écologie et l'utilisation rationnelle des ressources naturelles ; les économies d'énergie et de combustibles ; la technologie chimique et la création de nouveaux produits compétitifs ; la construction ; l'architecture ; la sismologie ; la médecine et la fabrication de médicaments ; les TIC ; l'économie et les sciences humaines. Il est toutefois difficile de mesurer l'impact des mesures prises par le gouvernement en faveur de la R&D, dans la mesure où le Turkménistan ne publie pas de données sur l'enseignement supérieur, les dépenses de R&D ou les chercheurs.

17. Voir www.turkmenistan.ru/en/articles/17733.html.

18. Voir http://en.trend.az/news/society/1913089.html.

L'une des premières lois adoptées sous la présidence de M. Berdymouhamedov en décembre 2007 garantit l'égalité des sexes dans le pays. Près de 16 % des parlementaires sont des femmes mais il n'existe pas de données sur les chercheuses. Un groupe de femmes scientifiques a formé un club pour encourager les femmes à choisir une carrière dans la science et accroître la participation des femmes aux programmes de science et technologie de l'État et aux cercles décisionnaires. Son actuelle présidente est Edzhegul Hodzhamadova, une chercheuse chevronnée de l'Institut d'histoire de l'Académie des sciences. Les membres de ce club vont à la rencontre des étudiants, organisent des conférences et accordent des entretiens dans les médias. Le club est soutenu par le Syndicat des femmes du Turkménistan, qui organise chaque année une réunion rassemblant plus de 100 femmes scientifiques à l'occasion de la Journée nationale de la science (12 juin), en place depuis 2009.

CONCLUSION

La faiblesse des investissements dans la R&D freine les progrès

La plupart des pays d'Asie centrale ont conservé une croissance économique stable durant la crise financière mondiale et affichent même des taux de croissance parmi les plus élevés du monde. Ils sont toutefois encore engagés dans le processus de transition vers une économie de marché. Les progrès sont freinés par la faiblesse des investissements dans la R&D et, s'agissant particulièrement du Kirghizistan et du Turkménistan, du taux d'accès à Internet.

Les cinq États d'Asie centrale mettent tous en place des réformes structurelles et administratives visant à renforcer l'État de droit, à moderniser les secteurs traditionnels de l'économie, à introduire de nouvelles technologies, à renforcer les compétences connexes et à créer un environnement plus favorable à l'innovation, au moyen d'un renforcement de la protection de la propriété intellectuelle et de mesures incitatives pour les entreprises innovantes. Les politiques publiques s'orientent de plus en plus vers des stratégies de développement plus durables, y compris en ce qui concerne les industries extractives.

Afin d'atteindre les objectifs fixés dans leurs plans de développement respectifs, les États d'Asie centrale doivent :

- Renforcer la coopération – élément essentiel pour le partage des résultats de R&D – en mettant sur pied un réseau régional commun d'information scientifique et technique, et en créant une base de données dédiée aux domaines prioritaires de recherche : énergies renouvelables, biotechnologie, nouveaux matériaux, etc. ;
- Mettre en place un centre de soutien à la STI à l'aide d'une approche méthodologique commune garantissant des cadres législatifs unifiés et l'élaboration d'outils standards pour évaluer la mise en œuvre des politiques de STI ;
- Réaliser des investissements directs étrangers croisés, afin de diversifier les sources de financement de la R&D et d'encourager la coopération intrarégionale dans des domaines d'intérêt communs (notamment les énergies renouvelables,

la biotechnologie, la préservation de la biodiversité et la médecine) ;

- Développer davantage les infrastructures permettant de promouvoir l'innovation : parcs scientifiques et technologiques, zones industrielles spéciales, incubateurs d'entreprises pour les start-up et les entreprises créées par essaimage, etc. ;
- Coopérer dans le domaine de la formation de spécialistes hautement qualifiés pour mettre en place de véritables économies du savoir : gestionnaires et ingénieurs pour les projets innovants, juristes spécialisés dans la propriété intellectuelle (y compris du point de vue du droit international), négociants en brevet, etc.

OBJECTIFS PRINCIPAUX DE L'ASIE CENTRALE

- Porter le ratio DIRD/PIB du Kazakhstan à 1 % d'ici 2015 ;
- Porter la part des activités innovantes dans les entreprises kazakhes à 10 % d'ici 2015 et à 20 % d'ici 2020 ;
- Porter la contribution du secteur manufacturier à 12,5 % du PIB du Kazakhstan d'ici 2020 ;
- Réduire la proportion de la population kazakhe vivant en dessous du seuil de pauvreté à 8 % d'ici 2020 ;
- Cultiver 15 % de la superficie du Kazakhstan au moyen de technologies permettant d'économiser l'eau et élaborer des espèces génétiquement modifiées résistantes à la sécheresse d'ici 2030 ;
- Placer le Kirghizistan dans les 30 premières places du classement Doing Business d'ici 2017 et parmi les 50 pays les moins corrompus d'ici 2017 ;
- Faire en sorte que tous les professeurs d'université kirghizes soient au moins titulaires d'un master et que 10 % d'entre eux soient titulaires d'un doctorat ou d'un diplôme de docteur ès sciences d'ici 2020 ;
- Privatiser 30 % des écoles maternelles, des établissements de formation professionnelle et des universités du Tadjikistan d'ici 2015 ;
- Doter 50 % des écoles tadjikes d'un accès à Internet d'ici 2015 ;
- Faire en sorte que 50 % des projets scientifiques tadjiks soient mis en œuvre dans des domaines appliqués d'ici 2015.

RÉFÉRENCES

Amanniyazova, L. (2014) *Social transfers and active incomes of population*, *Golden Age* (site d'actualité), 1er février. Voir http://turkmenistan.gov.tm

CCDST (2013) *Social Development and Standards of Living in Uzbekistan*. Collection de recueils statistiques. Comité de coordination du développement scientifique et technologique. Gouvernement de l'Ouzbékistan : Tashkent.

CENUE (2012) *Innovation Performance Review: Kazakhstan*. Commission économique des Nations Unies pour l'Europe : New York et Genève.

Gouvernement du Kazakhstan (2010) *State Program for Accelerated Industrial and Innovative Development of Kazakhstan for 2010-2014.* Approuvé par le décret présidentiel n° 958, 19 mars. Voir www.akorda.kz/en/category/gos_programmi_razvitiya.

Oilnews (2014) *Kazakhstan creates investment fund for projects in the field of renewable energy sources*. *Oilnews*. Voir http://oilnews.kz/en/home/news.

Ospanova, R. (2014) *Nazarbayev University to host International Science and Technology Centre*. *Astana Times*, 9 juin.

Président du Kazakhstan (2014) *La voie kazakhstanaise – 2050 : but commun, intérêts communs, avenir commun.* Discours sur l'état de la nation du Président Noursoultan Nazarbaïev. Voir http://www.amb-kazakhstan.fr/Documents/Etat%20de%20la%20Nation-2014_fran%C3%A7ais.pdf.

Satke, R. (2014) *Russia tightens hold on Kyrgyzstan*. *Nikkei Asia Review*, 27 mars.

Sharman, A. (2012) *Modernization and growth in Kazakhstan*, *Central Asian Journal of Global Health*, 1(1).

Spechler, M. C. (2008) *The Economies of Central Asia: a Survey*. *Comparative Economic Studies*, 50 : p. 30-52.

Stark, M. et Ahrens, J. (2012) *Economic Reform and Institutional Change in Central Asia: towards a New Model of the Developmental State?* Documents de recherche 2012/05. Private Hochschule : Göttingen.

Uzstat (2012) *Statistical Yearbook.* Bureau national de la statistique : Tashkent.

Nasiba Mukhitdinova, née en 1972 en Ouzbékistan, est diplômée de l'Université technique d'État de Tashkent. Elle travaille au sein de l'Entreprise unitaire d'État pour l'information scientifique et technique, basée à Tashkent, dont elle dirige le service en charge du développement de l'innovation et du transfert de technologies. Elle a publié plus de 35 articles scientifiques et participé à l'élaboration du rapport du gouvernement *Strengthening Uzbekistan's National Innovation System* (2012).

La science, la technologie et l'innovation iraniennes ont indirectement bénéficié des sanctions internationales.

Kioomars Ashtarian



Madame le professeur Maryam Mirzakhani au micro du Congrès international des mathématiciens organisé à Séoul (République de Corée) en 2014, qui lui a décerné la Médaille Fields, l'équivalent du prix Nobel pour les mathématiques.
Photo : © Union internationale des mathématiques

15. Iran

Kioomars Ashtarian

INTRODUCTION

Les sanctions ont infléchi le cours des politiques publiques

L'édition 2010 du *Rapport de l'UNESCO sur la science* avançait que la manne pétrolière avait stimulé la consommation mais également dissocié la science des besoins socioéconomiques, une situation qui a favorisé l'impulsion scientifique (« science push ») au détriment de la technologie axée sur la demande (« technology pull »). Ces dernières années, le durcissement de l'embargo a freiné les recettes pétrolières du pays : les exportations de pétrole ont diminué de 42 % entre 2010 et 2012 et leur part du total des exportations a chuté de 79 à 68 %.

Cette contrainte a eu pour effet d'infléchir le cours des politiques publiques iraniennes. Le document *Vision 2025* adopté en 2005 programmait déjà le passage d'une économie fondée sur les ressources à une économie fondée sur le savoir. Il a néanmoins fallu le durcissement des sanctions et un changement de gouvernement pour que les décideurs considèrent cette transition comme une priorité.

Quatre des résolutions adoptées par le Conseil de sécurité des Nations Unies depuis 2006 prévoient un renforcement progressif des sanctions. Depuis 2012, les États-Unis et l'Union européenne (UE) imposent des restrictions supplémentaires aux exportations de pétrole iraniennes ainsi qu'aux entreprises et aux banques accusées de contourner les sanctions. L'embargo vise à persuader l'Iran de mettre un terme à l'enrichissement de l'uranium susceptible de servir à des fins civiles autant que militaires.

L'Iran a toujours insisté sur la nature civile de son programme[1] nucléaire et sur son respect du Traité sur la non-prolifération des armes nucléaires. La science nucléaire civile est une source de fierté nationale au même titre que les prouesses de l'Iran dans le domaine de la nanotechnologie, des cellules souches et des satellites. La presse nationale s'est largement fait l'écho de l'attribution de la Médaille Fields à Maryam Mirzakhani en 2014 (voir photo), en sa double qualité de première femme au monde et de première scientifique en Iran à recevoir cette récompense, qui équivaut au prix Nobel pour les mathématiques.

Le Président Hassan Rohani est arrivé au pouvoir en 2013 avec l'intention d'instaurer un dialogue avec les pays occidentaux. Il a rapidement pris l'initiative d'une première vague de négociations avec le groupe de contact constitué des cinq membres permanents du Conseil de sécurité des Nations Unies et de l'Allemagne (abrégé en P5+1). La conclusion d'un arrangement provisoire avec le P5+1 en novembre 2013 a constitué le premier signe concret de réchauffement des relations. Peu de temps après, le Tribunal de l'UE annonçait l'annulation prochaine des sanctions à l'encontre de la Banque centrale iranienne. Un autre accord provisoire conclu à la mi-2014 a autorisé la remontée progressive des exportations de pétrole à 1,65 million de barils par jour. L'accord final signé le 14 juillet 2015 et rapidement avalisé par le Conseil de sécurité des Nations Unies a ouvert la voie à la levée des sanctions.

1. À l'heure actuelle, l'Iran ne possède qu'un seul réacteur nucléaire situé à Bouchehr.

L'Iran commerce avec les pays orientaux…

Entre 2010 et 2012, les exportations non pétrolières ont progressé de 12 % suite aux efforts menés par le pays pour atténuer l'impact économique des sanctions en limitant les ventes au comptant. Par exemple, le pays a importé de l'or en échange de ses exportations de marchandises vers certains pays. La Chine, l'un des principaux clients de l'Iran, lui doit environ 22 milliards de dollars des États-Unis en règlement de livraisons de pétrole et de gaz qu'elle ne peut pas verser en raison des sanctions bancaires. Fin 2014, elle prévoyait d'investir une somme équivalente dans des projets d'électricité et d'eau afin de contourner les restrictions.

Comme la Chine, la Fédération de Russie est l'un des principaux partenaires commerciaux de l'Iran. En octobre 2014, le Ministre de l'agriculture iranien a rencontré son homologue russe en marge d'une réunion de l'Organisation de coopération de Shanghai, à Moscou, afin de discuter d'un nouvel accord commercial aux termes duquel l'Iran exporterait des légumes ainsi que des produits protéiques et horticoles vers la Fédération de Russie en échange de l'importation de services d'ingénierie et techniques, d'huile de cuisson et de produits céréaliers. En septembre 2014, l'agence de presse iranienne Mehr annonçait la signature d'un accord avec la Fédération de Russie d'une valeur de 10 milliards de dollars des États-Unis pour la conception et la construction de quatre nouvelles centrales thermiques[2] ainsi que d'installations de transport d'électricité.

Du fait des sanctions, l'Iran a déplacé ses relations commerciales de l'Ouest vers l'Est au profit de nouveaux partenaires. Depuis 2001, les exportations de la Chine vers l'Iran ont presque sextuplé. L'UE, qui représentait près de 50 % des échanges commerciaux de l'Iran en 1990, ne représente plus qu'à peine 21 % des importations du pays et moins de 5 % de ses exportations.

… mais collabore avec l'Est et l'Ouest dans le domaine de la science

En revanche, la collaboration scientifique demeure largement orientée vers les pays occidentaux. Entre 2008 et 2014, ses quatre premiers partenaires en termes de publications scientifiques étaient, par ordre décroissant, les États-Unis, le Canada, le Royaume-Uni et l'Allemagne (figure 15.1). En 2012, des chercheurs iraniens ont commencé à participer au projet de construction en France d'un réacteur thermonucléaire expérimental international[3] basé sur la fusion nucléaire, destiné à voir le jour en 2018. Parallèlement, l'Iran renforce sa collaboration avec les pays en développement. La Malaisie est son cinquième collaborateur le plus proche en matière scientifique. L'Inde arrive en dixième position, après l'Australie, la France, l'Italie et le Japon.

Pourtant, un quart seulement des articles iraniens sont cosignés par des chercheurs étrangers. Le jumelage entre universités aux fins d'enseignement et de recherche et les échanges d'étudiants demeurent embryonnaires (Hariri et Riahi, 2014).

2. Il existe différents types de centrales thermiques : nucléaires, géothermiques, à charbon, à biomasse, etc.

3. Ce projet est financé par l'Union européenne (à hauteur d'environ 45 % du budget), la Chine, les États-Unis, l'Inde, le Japon et la République de Corée.

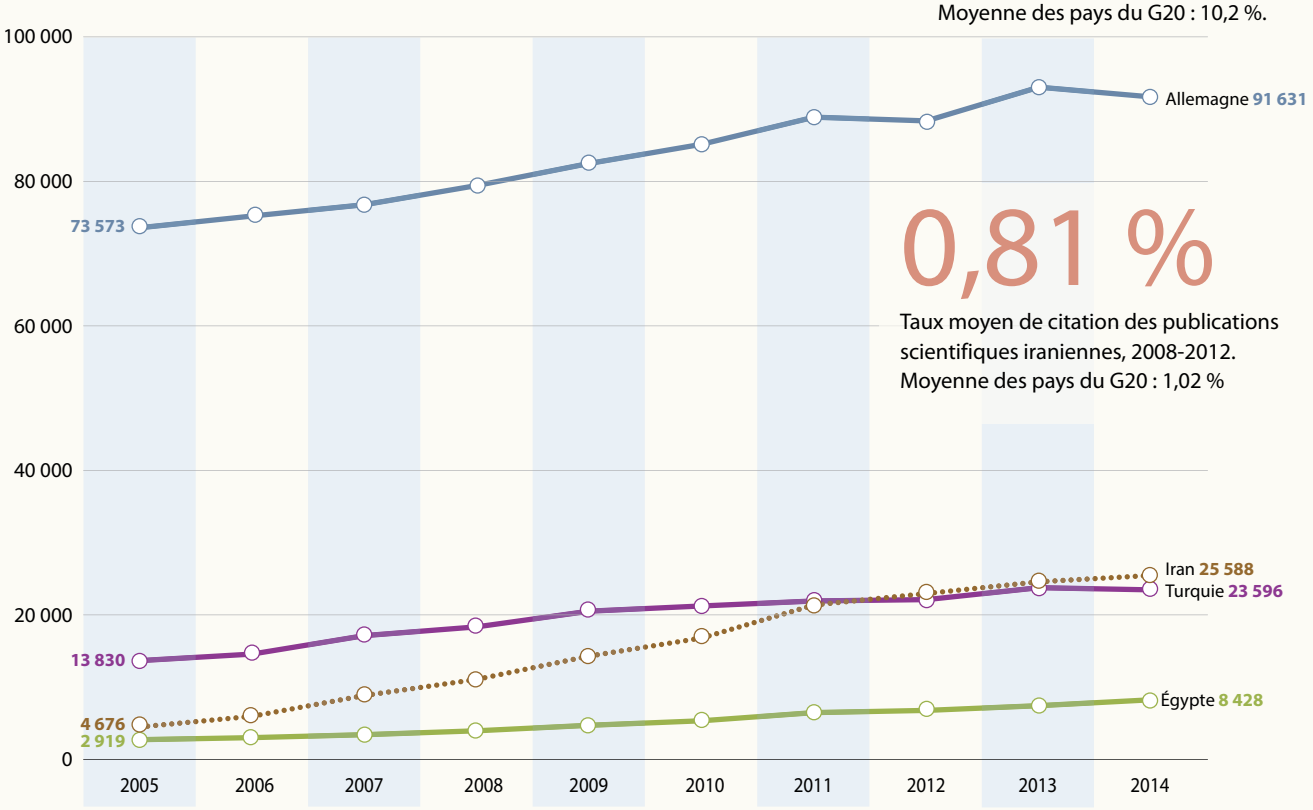
Figure 15.1 : **Tendances en matière de publications scientifiques en Iran, 2005-2014**

Forte progression du nombre de publications iraniennes

Les données des pays dotés d'une population comparable sont indiquées à titre de comparaison

7,4 %

Part moyenne des publications iraniennes figurant dans les 10 % de publications les plus citées, 2008-2012. Moyenne des pays du G20 : 10,2 %.



0,81 %

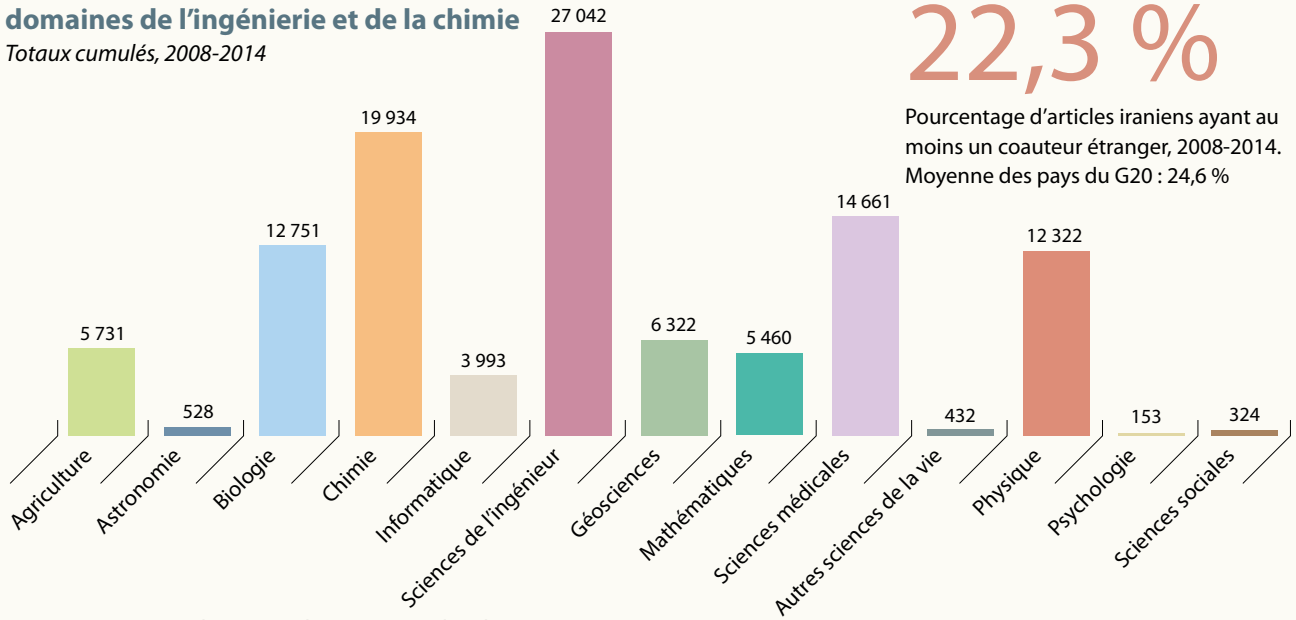
Taux moyen de citation des publications scientifiques iraniennes, 2008-2012. Moyenne des pays du G20 : 1,02 %

Actuellement, les publications iraniennes touchent surtout aux domaines de l'ingénierie et de la chimie

Totaux cumulés, 2008-2014

22,3 %

Pourcentage d'articles iraniens ayant au moins un coauteur étranger, 2008-2014. Moyenne des pays du G20 : 24,6 %



Remarque : Les articles non indexés sont exclus des totaux.

Les États-Unis sont le premier collaborateur de l'Iran

Principaux partenaires étrangers entre 2008 et 2014 (nombre de publications)

	1er partenaire	2e partenaire	3e partenaire	4e partenaire	5e partenaire
Iran	États-Unis (6 377)	Canada (3 433)	Royaume-Uni (3 318)	Allemagne (2 761)	Malaisie (2 402)

Source : Plate-forme de recherche Web of Science de Thomson Reuters, Science Citation Index Expanded ; traitement des données par Science-Metrix.

Les liens avec la Malaisie sont déjà forts. En 2012, un étudiant étranger sur sept en Malaisie était d'origine iranienne (voir figure 26.9). Non seulement la Malaisie est l'un des rares pays à ne pas imposer de visa aux Iraniens, mais c'est aussi un pays musulman au niveau de revenu similaire. En 2013, les universités iraniennes accueillaient environ 14 000 étudiants étrangers, majoritairement originaires d'Afghanistan, d'Iraq, du Pakistan, de Syrie et de Turquie. Le *cinquième Plan quinquennal de développement économique* a fixé l'objectif d'attirer 25 000 étudiants étrangers d'ici 2015 (Tehran Times, 2013). Dans un discours[4] délivré à l'Université de Téhéran en octobre 2014, le Président Rohani a recommandé de créer une université en langue anglaise afin d'attirer davantage d'étrangers.

L'Iran participe à des projets internationaux par l'intermédiaire du Comité permanent pour la coopération scientifique et technologique (COMSTECH) de l'Organisation de la coopération islamique. En outre, en 2008, son Conseil d'initiative en matière de nanotechnologie a créé le réseau Econano[5] afin de promouvoir le développement scientifique et industriel de la nanotechnologie chez les membres de l'Organisation de coopération économique (voir annexe I, p. 736).

L'Iran accueille plusieurs centres de recherche internationaux, dont les trois suivants, créés au cours des cinq dernières années sous l'égide des Nations Unies : le Centre régional pour le développement des parcs scientifiques et des pépinières technologiques (UNESCO, créé en 2010), le Centre international de nanotechnologies, ayant pour mandat la purification de l'eau (ONUDI, créé en 2012) et le Centre régional d'enseignement et de recherche en océanographie pour l'Asie occidentale (UNESCO, créé en 2014).

Une économie sous pression

Selon Mousavian (2012), les sanctions ont ralenti la croissance industrielle et économique de l'Iran, considérablement restreint l'investissement étranger et entraîné une dévaluation de la devise nationale, une hyperinflation, le déclin du PIB et, surtout, la baisse de la production et de l'exportation du pétrole et du gaz. Les sanctions ont particulièrement touché le secteur privé : hausse des coûts des sociétés de financement et du risque de crédit des banques, érosion des réserves de devises étrangères et accès restreint des entreprises aux actifs étrangers et aux marchés d'exportation. Les entreprises axées sur le savoir se sont vu restreindre leur accès aux équipements, outils de recherche et matières premières de qualité, ainsi qu'au transfert de technologie (Fakhari *et al.*, 2013).

Deux autres variables ont exercé une influence négative sur l'économie iranienne : des politiques populistes inflationnistes et la réforme des subventions énergétiques et alimentaires.

Certains analystes[6] considèrent que cette combinaison a davantage nui à l'économie que l'impact conjugué des sanctions et de la crise financière mondiale (voir, par exemple, Habibi, 2013). Selon eux, les politiques populistes ont engendré un discours hostile aux experts illustré par la décision du Président Mahmoud Ahmadinejad de placer l'Organisation de gestion et de planification sous son contrôle direct[7] en 2007. Créée en 1948, cette vénérable institution était chargée de préparer les politiques et les plans nationaux de développement à moyen et long terme et d'en évaluer la mise en œuvre.

En janvier 2010, le parlement a adopté une réforme visant à supprimer les subventions énergétiques mises en place lors de la guerre entre l'Iran et l'Iraq dans les années 1980. Ces subventions coûtaient environ 20 % du PIB chaque année et avaient fait de l'Iran l'un des plus gros consommateurs d'énergie au monde. Le Fonds monétaire international (FMI) a salué cette décision comme étant « l'une des mesures de réforme des subventions les plus courageuses prises par un pays exportateur d'énergie » (FMI, 2014).

Afin d'en atténuer l'impact sur les ménages, les subventions ont été remplacées par une aide sociale ciblée équivalant à environ 15 dollars des États-Unis par mois, qui a été accordée à plus de 95 % des Iraniens. Des prêts bonifiés ont également été promis aux entreprises pour leur faciliter l'adoption de nouvelles technologies moins gourmandes en énergie, ainsi que des lignes de crédit pour atténuer l'impact de la hausse des prix de l'énergie sur leur production (FMI, 2014). Au final, la plupart de ces prêts n'ont jamais vu le jour[8].

Selon le Centre statistique de l'Iran, l'inflation a grimpé de 10,1 % à 39,3 % entre 2010 et 2013. En 2013, l'économie s'était enfoncée dans la récession (-5,8 %) après une croissance de 3 % en 2011 et 2012. Le chômage demeurait élevé mais stable, à 13,2 % de la population active en 2013.

Une nouvelle équipe au chevet de l'économie

Le Président Rohani est considéré comme un dirigeant modéré. Peu après son élection en juin 2013, il déclarait au parlement qu'il fallait « promouvoir l'égalité des chances entre les hommes et les femmes », avant de nommer deux vice-présidentes et la première femme porte-parole au Ministère des affaires étrangères. Il s'est également engagé à élargir l'accès à Internet (26 % en 2012). Dans un entretien accordé à NBC News[9] en septembre 2013, il affirmait : « Nous souhaitons que les citoyens jouissent d'une liberté totale dans la sphère privée. Dans le monde d'aujourd'hui, tous les peuples ont droit à l'accès à l'information, à la liberté de parole et à la liberté de pensée, y compris les Iraniens. Les gens doivent pouvoir accéder sans restriction aux informations du monde entier. » En novembre 2014, il réinstaurait l'Organisation de gestion et de planification.

4. Le Président Rohani a déclaré que « l'évolution scientifique sera rendue possible par la critique [...] et l'expression d'idées différentes. [...] Le progrès scientifique nécessite d'être relié au monde. [...] Nous devons entretenir des relations avec le monde non seulement en matière de diplomatie, mais aussi dans les domaines de l'économie, des sciences et de la technologie. [...] Je pense qu'il faut inviter des professeurs étrangers à venir en Iran, envoyer nos professeurs à l'étranger et même créer une université en langue anglaise pour attirer les étudiants étrangers. »

5. Voir http://econano.ir.

6. Voir, p. ex. : http://fararu.com/fa/news/213322.

7. L'Organisation de gestion et de planification a cédé la place au Vice-président chargé du contrôle stratégique.

8. Dans l'intervalle, le Fonds de développement de la haute technologie a aidé certaines entreprises à adopter des technologies à faible consommation d'énergie. Voir : www.hitechfund.ir.

9. Voir http://english.al-akhbar.com/node/17069.

Sur le plan intérieur, le Président Rohani s'est fixé comme priorités la création d'un environnement plus favorable aux affaires et la lutte contre les problèmes aigus que constituent un taux de chômage élevé, l'hyperinflation et la faiblesse du pouvoir d'achat : en 2012, le PIB par habitant s'élevait à 15 586 dollars PPA (en prix actuels), contre 16 517 dollars PPA l'année précédente.

En 2014, le Président a donné le coup d'envoi à deux projets d'envergure : la *deuxième phase du Plan de réforme des subventions* lancé par son prédécesseur, qui s'est traduite par une hausse de 30 % du prix du pétrole et le *Plan de refonte de la santé*, qui abaisse de 70 à 5 % (dans les régions rurales) et à 10 % (dans les villes) le coût pour les patients de leur traitement dans les hôpitaux publics. Environ 1,4 million de personnes ont été admises dans les hôpitaux publics depuis son entrée en vigueur. Le Ministère a recruté environ 3 000 spécialistes pour travailler dans les régions vulnérables, dont 1 400 avaient pris leurs fonctions fin 2014. Selon le Ministre iranien de la santé, le plan n'a pas rencontré de problèmes financiers pendant ses deux premières années de fonctionnement, mais certains experts en politiques de santé craignent que le gouvernement ne puisse pas supporter son coût élevé bien longtemps. Aux dires de ce même ministre, six millions de personnes, pour la plupart appartenant aux catégories défavorisées de la société, ont bénéficié d'une assurance maladie depuis la mise en œuvre du plan.

Selon le journaliste économique iranien Saeed Leylaz, « la situation économique du pays était imprévisible sous l'ancien gouvernement, mais l'exécutif actuel a réussi à stabiliser l'économie. Les gens sont par conséquent moins enclins à acheter des dollars pour constituer leur épargne. Le gouvernement a également atténué les tensions politiques et n'a pas pris de mesures économiques impulsives » (Leylaz, 2014).

Les perspectives économiques de l'Iran s'améliorent, en partie grâce à la reprise des négociations avec le P5+1. La Banque centrale iranienne a annoncé une croissance de 3,7 % en 2014, une baisse de l'inflation à 14,8 % et un recul du taux de chômage à 10,5 %. En dépit de la progression des exportations non pétrolières, l'Iran demeure très dépendant des hydrocarbures. Le *Wall Street Journal* a estimé que le pays avait besoin d'un Brent à 140 dollars des États-Unis pour équilibrer son budget en 2014, l'année où les prix du pétrole se sont effondrés de 115 à 55 dollars entre juin et décembre (voir figure 17.2).

Les fluctuations des prix mondiaux du pétrole ont engendré de nouveaux défis. Depuis peu, l'Iran utilise dans ses terminaux de nouvelles technologies telles que l'hydroconversion afin de diversifier ses produits pétroliers. La chute du prix du brut depuis 2014 risque d'empêcher le gouvernement d'investir autant qu'il le souhaiterait dans la recherche et le développement (R&D) des technologies avancées d'extraction pétrolière. Alternativement, l'Iran pourrait développer ces technologies avec des compagnies pétrolières asiatiques.

TENDANCES EN MATIÈRE DE GOUVERNANCE DE LA STI

Les sanctions accélèrent le passage à une économie du savoir

Comme dit le dicton, à quelque chose malheur est bon. La science, la technologie et l'innovation iraniennes ont indirectement bénéficié des sanctions internationales.

- *Tout d'abord*, ces dernières ont accéléré le passaged'une économie fondée sur les ressources à une économie axée sur le savoir. Le lien entre l'industrie pétrolière et d'autres secteurs socioéconomiques est plutôt ténu. Privées des revenus du pétrole et du gaz, les entreprises ont eu tendance à exporter des services techniques et d'ingénierie dans les pays voisins. Selon un article de novembre 2014 de l'agence de presse Mehr qui citait le Vice-Ministre de l'énergie chargé des affaires étrangères, l'Iran exporte actuellement de l'eau et des services technologiques d'électricité d'une valeur de plus de 4 milliards de dollars des États-Unis vers plus de 20 pays[10] ;
- *Deuxièmement,* les sanctions ont contribué à rapprocher la R&D de la résolution de problèmes et de la recherche d'intérêt général après l'émergence d'un clivage entre la science et les préoccupations socioéconomiques dû à des années de recettes pétrolières élevées ;
- *Troisièmement*, le blocage des importations étrangères imposé par les sanctions a aidé les petites et moyennes entreprises (PME) à développer leur activité et incité les entreprises axées sur le savoir à produire localement. Compte tenu du taux de chômage élevé et du bon niveau d'éducation des Iraniens, elles n'ont pas eu de difficulté à recruter du personnel formé ;
- *Quatrièmement,* les sanctions ont isolé les entreprises iraniennes du monde extérieur et les ont ainsi contraintes à innover ;
- *Enfin* et surtout, les sanctions ont convaincu les décideurs de la nécessité de passer à une économie du savoir.

La politique de développement d'une économie du savoir figure dans le document stratégique *Vision 2025* adopté en 2005, qui expose une feuille de route visant à faire de l'Iran le chef de file des économies de sa région[11] et l'une des 12 premières économies mondiales à l'horizon 2025.

Pour réaliser cette ambition, *Vision 2025* prévoit un investissement de 3 700 milliards de dollars des États-Unis d'ici 2025, dont un peu plus d'un tiers (1 300 milliards de dollars É.-U.) provenant de sources étrangères. Une part importante de cette somme aidera les entreprises axées sur le savoir à investir dans la R&D et à commercialiser les résultats de leurs recherches. Une loi votée en 2010 instaure à cette fin le Fonds pour l'innovation et la prospérité, un mécanisme de financement entré en vigueur en 2012 (voir p. 394).

10. Dont l'Afghanistan, l'Azerbaïdjan, l'Éthiopie, l'Iraq, le Kenya, Oman, le Pakistan, Sri Lanka, la Syrie, le Tadjikistan et le Turkménistan.

11. La région définie par *Vision 2025* recouvre les pays suivants : Afghanistan, Arabie saoudite, Arménie, Azerbaïdjan, Bahreïn, Égypte, Émirats arabes unis, Géorgie, Iran, Iraq, Israël, Jordanie, Kazakhstan, Kirghizistan, Koweït, Liban, Oman, Ouzbékistan, Pakistan, Palestine, Qatar, Syrie, Tadjikistan, Turkménistan, Turquie et Yémen.

Compte tenu du faible niveau persistant de l'investissement direct étranger (IDE) [0,8 % seulement du PIB en 2013] et des difficultés économiques de l'Iran, plusieurs objectifs de *Vision 2025* semblent irréalistes, tels celui de hausser les dépenses intérieures brutes de R&D (DIRD) à 4 % du PIB d'ici 2025. D'autres, comme la multiplication par trois du nombre de publications scientifiques pour parvenir à 800 par million d'habitants, paraissent réalisables (tableau 15.1).

En 2009, le gouvernement a adopté un *Plan-cadre national pour la science et l'éducation* à l'horizon 2025 qui réitère les objectifs de *Vision 2025*. Ce document met notamment l'accent sur le développement de la recherche universitaire et la mise en place de liens entre les universités et le secteur industriel afin de promouvoir la commercialisation des résultats de la recherche.

Encourager l'innovation et l'excellence

Tous les plans de développement quinquennaux successifs du pays visent à réaliser les objectifs de *Vision 2025*. Inscrits dans la loi, ils constituent également le socle institutionnel le plus important de la politique de STI iranienne. Le *cinquième Plan quinquennal de développement économique* actuellement en vigueur couvre la période 2010 à 2015. Ses chapitres relatifs à l'enseignement supérieur et à la politique en matière de STI complètent ceux du *Plan-cadre national pour la science et l'éducation*.

Sa section consacrée aux affaires sociales prévoit de définir des indicateurs pour mesurer la qualité de l'air, de l'alimentation et de l'environnement en général, et s'attache à réduire la pollution nocive pour la santé. Le plan s'engage également à réduire la part des coûts de santé prise en charge par la population à 30 % d'ici 2015.

La politique de STI impulsée par le *cinquième Plan de développement* comporte deux axes principaux. Le premier est « l'islamisation des universités », qui est devenue un sujet de débat politique dans le pays. Le second est de faire de l'Iran le numéro deux régional en matière de science et de technologie (S&T) d'ici 2015, derrière la Turquie.

La notion d'islamisation des universités se prête à une large interprétation. Elle semble viser un triple objectif : nationaliser les connaissances scientifiques en matière de sciences humaines, les aligner sur les valeurs de l'islam et développer la moralité et la spiritualité des étudiants. Selon l'article 15 du *Plan*, cette stratégie nécessitera de modifier les programmes universitaires relatifs aux sciences humaines et d'enseigner aux étudiants les vertus de la pensée critique, de la théorisation et des études pluridisciplinaires. Plusieurs centres de recherche spécialisés en sciences humaines seront également institués.

Tableau 15.1 : **Principaux objectifs de l'Iran en matière d'éducation et de recherche à l'horizon 2025**

	Situation en 2013	Objectifs de Vision 2025
Part de la population adulte titulaire d'au moins un diplôme universitaire de premier cycle	–	30 %
Part des titulaires de doctorat dans le nombre total d'étudiants	1,1 %$^{-1}$	3,5 %
Nombre de chercheurs (en équivalent temps plein) par million d'habitants	736^{-3}	3 000
Pourcentage de chercheurs employés par le secteur public (par rapport au nombre total de chercheurs)	33,6 %$^{-5}$	10 %
Pourcentage de chercheurs employés par les entreprises (par rapport au nombre total de chercheurs)	15,0 %$^{-5}$	40 %
Pourcentage de chercheurs employés par les universités*	51,5 %$^{-5}$	50 %
Nombre de professeurs d'université à temps plein par million d'habitants	1 171	2 000
Nombre de publications scientifiques par million d'habitants	239	800
Nombre moyen de citations par publication**	0,61^{-2}	15
Nombre de revues scientifiques iraniennes présentant un facteur d'impact supérieur à 3	–	160
Nombre de brevets nationaux	–	50 000
Nombre de brevets internationaux	–	10 000
Dépenses publiques consacrées à l'éducation en part du PIB	3,7 %	7,0 %
Dépenses publiques consacrées à l'enseignement supérieur en part du PIB	1,0 %$^{-1}$	–
Ratio DIRD/PIB	0,31 %$^{-3}$	4,0 %
Pourcentage des DIRD financé par le secteur des entreprises	30,9 %$^{-5}$	50 %
Pourcentage des publications figurant dans les 10 % de publications les plus citées au monde	7,7 %$^{-2}$	–
Nombre de publications figurant parmi les 10 % de publications les plus citées au monde	1 270^{-2}	2 250
Nombre d'universités iraniennes dans les 10 % de tête mondiaux	0	5

* Inclut les centres religieux.

** Moyenne des citations relatives. Moyenne des pays de l'OCDE en 2011 : 1,16.

-n correspond à un nombre n d'années avant l'année de référence.

Source : Pour les objectifs à l'horizon 2025 : Gouvernement iranien (2005) *Vision 2025*. Pour la situation actuelle : Centre statistique de l'Iran et Institut de statistique de l'UNESCO.

Les stratégies suivantes devraient hisser l'Iran à la deuxième place de la région dans le domaine de la S&T :

- Un système complet de suivi, d'évaluation et de classement des établissements d'enseignement supérieur et des instituts de recherche sera mis en place. Cette tâche a été confiée au Ministère des sciences, de la recherche et de la technologie et au Ministère de la santé, des soins et des formations médicales. Les chercheurs seront évalués en fonction notamment de leur productivité scientifique, de leur participation à la R&D appliquée ou de la capacité de leur travail à résoudre des problèmes ;
- Afin d'axer 50 % de la recherche universitaire sur les besoins socioéconomiques et la résolution de problèmes, la promotion des chercheurs sera liée à l'orientation de leurs projets. De plus, des mécanismes seront mis en place pour permettre aux universitaires de poursuivre leurs études, de prendre des années sabbatiques et d'explorer de nouvelles pistes de recherche. Des centres de recherche et de technologie seront également créés sur les campus et les universités seront incitées à nouer des liens avec le secteur industriel ;
- Le nombre de programmes universitaires axés sur les disciplines appliquées augmentera ;
- Chaque université sera dotée d'un conseil académique chargé de superviser la mise en œuvre du programme d'enseignement ;
- Des laboratoires spécialisés dans les sciences appliquées seront créés et équipés par des institutions de recherche publiques et leurs filiales dans les universités, d'autres établissements d'enseignement, des parcs scientifiques et technologiques et des incubateurs d'entreprises ;
- Le ratio DIRD/PIB augmentera de 0,5 % par an pour atteindre 3 % en 2015 ;
- Les IDE représenteront 3 % du PIB en 2015 ;
- Des liens scientifiques avec des institutions internationales prestigieuses d'enseignement et de recherche seront établis ;
- Un système intégré de suivi et d'évaluation sera mis en place pour la science et la technologie;
- Des indicateurs majeurs de S&T seront intégrés à la planification des pouvoirs publics, notamment le volume de revenu généré par les exportations de marchandises de moyenne et haute technologie, la part du PIB par habitant liée à la S&T, le nombre de brevets, la part des IDE dans les activités scientifiques et technologiques, le coût de la R&D et le nombre d'entreprises axées sur le savoir.

Les priorités suivantes concernent la diffusion des technologies et l'appui aux entreprises axées sur le savoir :

- Les budgets annuels de R&D des ministères accorderont la priorité au financement de la recherche fondée sur la demande et à l'aide à la création de PME privées et coopératives commercialisant les connaissances et la technologie et les transformant en produits exportables. Le gouvernement encouragera le secteur privé à créer des incubateurs d'entreprises et des parcs scientifiques et technologiques et incitera des acteurs étrangers à investir dans le transfert de technologies et la R&D, en partenariat avec des sociétés nationales. Les investisseurs étrangers seront également invités à financer les brevets. Le gouvernement appuiera la création par les universités d'entreprises axées sur le savoir intégralement privées. Les innovateurs et les chefs de file scientifiques recevront du gouvernement une aide financière et intellectuelle ciblée en vue de la commercialisation de leurs inventions. Le gouvernement prévoira de prendre en charge le coût des dépôts de brevets en Iran et à l'étranger. Enfin, il mettra en place des dispositifs de commercialisation des produits ou services concernés (articles 17 et 18) ;
- Le Ministère des communications et des technologies de l'information établira l'infrastructure requise (pose de la fibre optique, par exemple), afin d'assurer un accès large bande à Internet, qui permettra aux universités, aux organismes de recherche et aux institutions technologiques de créer des réseaux et de partager des informations et des données sur leurs projets de recherche respectifs, les questions de propriété intellectuelle, etc. (article 46) ;
- Un Fonds national de développement (articles 80-84) est créé pour financer les efforts de diversification de l'économie, prélever une part des loyers issus du pétrole et du gaz afin de constituer une réserve à l'intention des générations futures, et augmenter le rendement de l'épargne déjà constituée. En 2013, il percevait 26 % des recettes du pétrole et du gaz, le but ultime étant d'atteindre 32 % (FMI, 2014) ;
- Des universités iraniennes publiques et privées et des universités mondiales de premier plan établiront de nouveaux campus dans des zones économiques spéciales (article 112) ;
- Les petites et moyennes entreprises et les grandes sociétés tisseront des liens plus étroits et des groupements industriels seront mis en place en parallèle. Le secteur privé sera encouragé à investir dans le développement de la chaîne de valeur des industries intervenant en aval (pétrochimie, métaux de base et produits minéraux non métalliques), notamment par la création de zones industrielles et le resserrement des liens entre l'industrie et la science, ainsi que par l'établissement de parcs technologiques afin de développer les capacités en matière de conception industrielle, d'approvisionnement, d'innovation, etc. (article 150).

Rôle central du Fonds pour l'innovation et la prospérité

Le Fonds pour l'innovation et la prospérité relève de l'Adjoint chargé de la science et des technologies. Il a été créé en 2012 pour aider les entreprises axées sur le savoir à investir dans la R&D et à commercialiser les résultats de la recherche. Selon son président Behzad Soltani, 4 600 milliards de rials iraniens (environ 171,4 millions de dollars É.-U.) avaient été alloués à 100 entreprises axées sur le savoir fin 2014. Sorena Sattari, Vice-président chargé de la science et des technologies, a

déclaré[12] le 13 décembre 2014 : « En dépit des difficultés que rencontre le pays, 8 000 milliards de rials ont été attribués au Fonds pour l'innovation et la prospérité pour 2015 ».

Le Fonds pour l'innovation et la prospérité est le principal instrument politique de mise en œuvre des articles 17 et 18 du *cinquième Plan quinquennal de développement économique.*

- Les organisations nationales qui souhaitent mener des travaux de recherche visant à résoudre des problèmes peuvent demander au Secrétariat du Groupe de travail chargé de l'évaluation et de l'identification des entreprises et institutions axées sur le savoir et de la supervision de la mise en œuvre des projets de leur allouer des installations et de nouer un partenariat avec elles ;
- Les universités désirant créer des sociétés à capitaux entièrement privés peuvent également déposer une demande auprès de ce Fonds. En décembre 2014, des universités publiques et privées des quatre provinces iraniennes suivantes s'étaient portées candidates à la création d'entreprises axées sur le savoir dans des zones économiques spéciales (article 112) : Téhéran, Ispahan, Yazd et Mashhad. Ces demandes sont toujours en cours d'examen, selon le Conseil suprême de la science, de la recherche et de la technologie ;
- L'appui dispensé par le Fonds aux PME prend également la forme d'incitations fiscales et de la prise en charge partielle des coûts de commercialisation des connaissances et des technologies. Il couvre également en partie les intérêts sur les prêts bancaires consentis pour l'achat d'équipements, l'installation de lignes de production, les essais, le marketing, etc. ;
- Le Fonds soutient par ailleurs financièrement les sociétés privées désirant créer des incubateurs d'entreprises et des parcs scientifiques et technologiques, puis en facilite la création grâce à des mesures telles que la mise à disposition gratuite de locaux et des avantages fiscaux.

Le Fonds a également pour mission d'encourager les investissements étrangers dans le transfert de technologies et la R&D, mais cette ambition a été contrariée par les sanctions internationales. Les sociétés étrangères peuvent néanmoins toujours investir dans les brevets.

Les innovateurs et les chefs de file scientifiques reçoivent un appui intellectuel et financier de la part de la Fondation nationale des élites, créée[13] en 1984. En décembre 2013, un nouveau service dédié aux affaires internationales a vu le jour au sein de cette organisation. Il vise à s'attacher les talents d'Iraniens expatriés afin d'améliorer les capacités nationales en matière de S&T et de profiter de l'expérience des membres de la diaspora. Les services de la Fondation sont adaptés à quatre groupes de bénéficiaires différents : Iraniens titulaires d'un doctorat délivré par une université jouissant d'une réputation internationale, professeurs iraniens enseignant dans les meilleures universités mondiales, experts et dirigeants iraniens à la tête de centres scientifiques et de sociétés technologiques de premier plan, investisseurs et entrepreneurs iraniens expatriés ayant réussi dans des domaines technologiques. Les critères d'éligibilité ont évolué en 2014 : les groupes sont désormais admissibles au même titre que les individus, et l'expertise et l'expérience en matière de recherche sont désormais examinées, à l'instar de la performance universitaire. La sélection des élites a également été déléguée aux universités. D'autres mesures incitatives ont été adoptées telles que des aides pour se rendre dans les laboratoires de recherche de grandes universités étrangères et des bourses de recherche dès le début de la carrière d'un universitaire.

Entrée en scène de l'« économie de résistance »

Le 19 février 2014, le Guide suprême l'Ayatollah Ali Khamenei a introduit par décret ce qu'il a appelé l'« économie de résistance » de l'Iran. Ce plan économique comprend des stratégies visant à renforcer la résilience du pays face aux sanctions et à d'autres chocs externes. Il réaffirme pour l'essentiel les objectifs de *Vision 2025*, ce qui explique pourquoi certaines de ses principales dispositions donnent une impression de déjà-vu.

Compte tenu du moment de son entrée en scène, certains analystes y voient l'approbation de la réforme économique globale du nouveau gouvernement, après que la relative indifférence de l'administration précédente envers *Vision 2025* l'ait dévié de sa trajectoire. Pour Khajehpour (2014a), l'un des dirigeants d'Atieh, un groupe de cabinets de conseil stratégique de Téhéran, l'Iran « possède toutes les ressources dont une économie a besoin pour jouer un rôle beaucoup plus important sur la scène internationale. Le bât blesse dans les domaines de la responsabilité et de la redevabilité de la prise de décision, de la transparence juridique et de l'archaïsme des institutions ».

Les principales dispositions de l'« économie de résistance » sont les suivantes (Khajehpour [2014a]) :

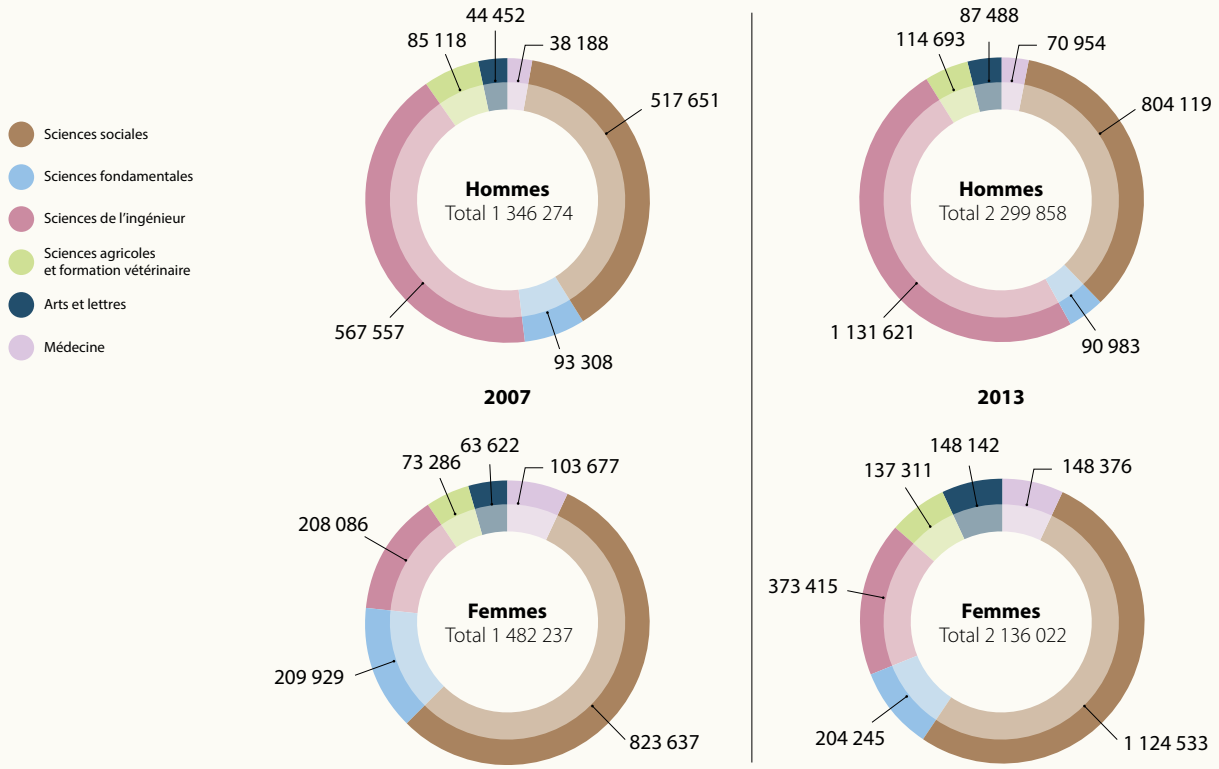
- Promotion d'une économie du savoir grâce à la formulation et mise en œuvre d'un plan scientifique exhaustif pour le pays et à l'encouragement de l'innovation, le but ultime étant de devenir le numéro un régional de l'économie du savoir ;
- Réforme des subventions afin d'optimiser la consommation d'énergie dans le pays, d'augmenter l'emploi et la production intérieure et de promouvoir la justice sociale ;
- Promotion de la production et de la consommation nationales, notamment de produits et de services stratégiques, afin de réduire la dépendance sur les importations et d'améliorer simultanément la qualité de la production intérieure ;
- Sécurité alimentaire et médicale ;
- Stimulation de la production de biens et de services exportables grâce à une réforme juridique et administrative et, parallèlement, promotion des IDE aux fins d'exportation ;
- Renforcement de la résistance de l'économie grâce à la collaboration économique régionale et internationale, notamment avec les pays voisins mais aussi par des voies diplomatiques ;

12. Voir www.nsfund.ir/news.

13. Voir http://en.bmn.ir.

Figure 15.2 : **Nombre d'étudiants inscrits dans des universités iraniennes, 2007 et 2013**

Universités publiques et privées



Source : Centre statistique de l'Iran, 2014 *Annuaire statistique.*

Figure 15.3 : **Nombre de titulaires de doctorat en Iran, par discipline et par sexe, 2007 et 2012**



Source : Institut de statistique de l'UNESCO.

- Hausse des exportations pétrolières et gazières à valeur ajoutée ;
- Mise en œuvre de réformes visant à rationaliser les coûts de l'État, à accroître les recettes fiscales et à réduire la dépendance sur les revenus des exportations de pétrole et de gaz ;
- Accroissement de la part du revenu des exportations de pétrole et de gaz allouée au Fonds national de développement ;
- Transparence accrue des questions financières et prévention des activités susceptibles d'ouvrir la voie à la corruption.

TENDANCES EN MATIÈRE DE RESSOURCES HUMAINES ET DE R&D

Forte progression du nombre d'étudiants mais stagnation de l'intensité de R&D

Entre 2005 et 2010, les décideurs se sont efforcés d'augmenter le nombre de chercheurs universitaires, conformément aux directives de *Vision 2025*. À cette fin, l'engagement des pouvoirs publics en faveur de l'enseignement supérieur est passé à 1 % du PIB en 2006. Ce niveau n'a jamais fléchi, alors même que les dépenses publiques consacrées à l'éducation chutaient globalement de 5,1 % (2006) à 3,7 % (2013) du PIB.

Il en est résulté une forte progression du nombre d'étudiants de troisième cycle. Entre 2007 et 2013, le nombre d'inscriptions dans les universités publiques et privées du pays a grimpé de 2,8 millions à 4,4 millions (figure 15.2). Les femmes étaient plus nombreuses que les hommes en 2007 mais leur proportion a connu depuis un léger recul (48 %). Environ 45 % des étudiants étaient inscrits dans des universités privées en 2011 (ISU, 2014).

Les inscriptions ont progressé dans la plupart des disciplines, à l'exception des sciences naturelles où elles sont demeurées stables. Les disciplines les plus prisées sont les sciences sociales (1,9 million d'étudiants) et l'ingénierie (1,5 million). Plus de 1 million d'hommes étudient l'ingénierie et plus de 1 million de femmes étudient les sciences sociales. Les femmes constituent également les deux tiers des étudiants en médecine.

Le nombre de titulaires de doctorat a progressé à un rythme similaire (figure 15.3). Les sciences naturelles et l'ingénierie ont gagné en popularité auprès des deux sexes, même si les hommes prédominent toujours dans l'ingénierie. En 2012, les femmes constituaient un tiers des titulaires de doctorat, notamment dans les domaines de la santé (40 %), des sciences naturelles (39 %), de l'agriculture (33 %) et des arts et sciences humaines (31 %). Selon l'Institut de statistique de l'UNESCO, 38 % des étudiants en master et des doctorants avaient choisi des disciplines en rapport avec la science et la technologie (ISU, 2014).

Bien qu'il n'existe pas de données sur le nombre de titulaires de doctorat choisissant de faire carrière dans les universités, le niveau relativement modeste des DIRD laisse à penser que la recherche universitaire n'est pas suffisamment financée. Une étude de Jowkar *et al.* (2011) analysant l'impact de 80 300 articles iraniens publiés entre 2000 et 2009 dans le Science Citation Index Expanded de Thomson Reuters a révélé qu'environ 12,5 % d'entre eux étaient financés et que le taux de citation des publications financées était supérieur dans presque toutes les disciplines. La part la plus importante des publications financées revenait aux universités dépendant du Ministère des sciences, de la recherche et de la technologie.

Bien qu'en 2008 un tiers des DIRD aient été versées par le secteur des entreprises[14], cette contribution demeure trop faible pour développer efficacement l'innovation : elle ne représente en effet que 0,08 % du PIB. Les DIRD ont même chuté de 0,75 % à 0,31 % du PIB entre 2008 et 2010. Dans ce contexte, l'objectif de 3 % du PIB consacrés à la R&D en 2015 fixé par le *cinquième Plan quinquennal de développement* (2010-2015) paraît pour le moins hors de portée.

Selon l'Institut de statistique de l'UNESCO, le nombre de chercheurs en équivalent temps plein est passé de 711 à 736 par million d'habitants entre 2009 et 2010, soit plus de 2 000 chercheurs supplémentaires (de 52 256 à 54 813).

Progression des activités de R&D des entreprises

En 2008, la moitié des chercheurs étaient employés par les universités (51,5 %), un tiers par le secteur public (33,6 %) et un peu moins d'un sur sept par le secteur privé (15,0 %).

Entre 2006 et 2011, le nombre d'entreprises déclarant mener des activités de R&D a plus que doublé, passant de 30 935 à 64 642. Des données plus récentes, quand elles seront disponibles, montreront peut-être que le secteur privé a recruté davantage de chercheurs qu'auparavant. Jusqu'ici, la nature des activités de R&D industrielle n'a guère évolué et les entreprises continuent à se consacrer principalement à la recherche appliquée (figure 15.4).

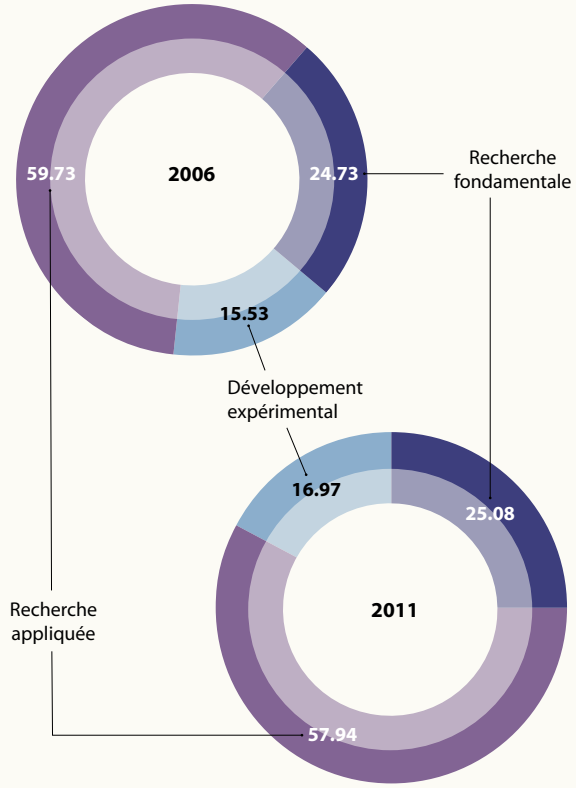
Davantage d'articles mais peu de retombées technologiques

Ces dernières années, l'une des priorités de la politique de STI a été d'encourager les scientifiques à publier dans des revues internationales, conformément, là encore, aux dispositions de *Vision 2025*. Comme mentionné plus haut, la part des co-publications internationales est demeurée relativement stable depuis 2002. En revanche le nombre d'articles scientifiques a considérablement augmenté et avait même quadruplé en 2013 (figure 15.1). Les scientifiques iraniens publient maintenant abondamment dans des revues internationales d'ingénierie et de chimie, mais aussi de sciences de la vie et de physique. Cette tendance n'est pas étrangère au fait que les programmes de doctorat iraniens exigent désormais que les étudiants publient sur le Web of Science. Selon Davarpanah et Moghadam (2012), les femmes ne signent qu'environ 13 % des articles, principalement dans les domaines de la chimie, de la médecine et des sciences sociales.

Mais ce gain de productivité n'a pas eu de véritable effet sur la production de technologies. Ainsi, par exemple, entre 2008 et 2012, l'Office européen des brevets n'a accordé que quatre brevets à des scientifiques et des ingénieurs iraniens dans

14. Il n'existe pas de données ventilées par secteur plus récentes.

Figure 15.4 : **Axes de recherche des entreprises iraniennes, 2006 et 2011 (%)**



Source : Centre statistique de l'Iran

le secteur des nanotechnologies. Cette carence en matière de production technologique découle principalement de trois lacunes dans le cycle de l'innovation. La première est l'absence de coordination entre les pouvoirs exécutif et judiciaire concernant une meilleure protection de la propriété intellectuelle et du système national d'innovation au sens large, bien qu'il s'agisse d'un objectif stratégique majeur depuis plus de dix ans. Le *troisième Plan quinquennal de développement (2000-2004)* confiait la coordination de l'ensemble des activités scientifiques au Ministère des sciences, de la recherche et de la technologie afin d'éviter les chevauchements avec d'autres ministères (santé, énergie, agriculture, etc.). De la même façon, la fonction de l'Adjoint chargé de la science et des technologies[15] créée en 2005 visait à centraliser le budget et la planification de toutes les activités de S&T. Cependant, peu de mesures ont été prises depuis lors pour améliorer la coordination entre les organes administratifs de l'exécutif et de la justice.

Ces dernières années, les décideurs ont persisté à négliger la résolution de problèmes, et rares ont été les efforts entrepris pour remédier aux insuffisances du système iranien de protection de la propriété intellectuelle. Ces deux lacunes contribuent davantage à affaiblir le système d'innovation national que la pénurie de capital-risque ou les sanctions internationales.

Pourquoi persister à négliger la résolution de problèmes en dépit d'une multitude de documents qui la recommandent ? Parce que la politique publique iranienne combine planification stratégique et idéalisme poétique. Les documents de politique officiels mêlent déclarations d'intention et innombrables recommandations, mais quand tout est prioritaire, rien ne l'est plus. Une alternative plus complexe et plus détaillée s'impose : un modèle de planification qui définisse clairement les problèmes et les questions de politique et analyse le contexte juridique avant d'émettre des recommandations, un modèle doté d'un plan de mise en œuvre et d'un système rigoureux de suivi et d'évaluation.

PRIORITÉS EN MATIÈRE DE R&D

La plupart des entreprises de haute technologie sont publiques

Parmi les 37 secteurs d'activité cotés sur la bourse de Téhéran figurent la pétrochimie, l'automobile, l'extraction minière, l'acier, le fer, le cuivre, l'agriculture et les télécommunications. Cette situation ne possède pas d'équivalent au Moyen-Orient.

La plupart des entreprises de haute technologie iraniennes sont publiques. L'Organisation pour le développement industriel et la rénovation (IDRO) en contrôle environ 290. Elle a également créé dans chaque secteur de haute technologie des sociétés[16] chargées spécifiquement de coordonner les investissements et le développement commercial. En 2010, elle a mis en place un fonds de roulement pour financer les étapes intermédiaires du développement commercial fondé sur les produits et les technologies.

En 2004, un amendement à l'article 44 de la Constitution prévoyait la privatisation d'environ 80 % des sociétés publiques sur dix ans (2014). En mai 2014, l'agence de presse Tasnim, citant Abdollah Pouri Hosseini, directeur de l'Organisation iranienne de privatisation, annonçait que l'Iran privatiserait 186 entreprises publiques cette même année (qui a commencé le 21 mars 2014 en Iran), dont 27 évaluées à plus de 400 millions de dollars des États-Unis chacune. Cependant, plusieurs branches d'activité clés demeurent détenues pour une large part par l'État, notamment les secteurs de l'automobile et des produits pharmaceutiques (encadrés 15.1 et 15.2).

La part des dépenses publiques qui leur est allouée montre clairement les priorités de l'Iran en matière de R&D (tableau 15.2). Les champs d'investigation prioritaires des sciences fondamentales et appliquées sont la matière dense, les cellules souches et la médecine moléculaire, le recyclage et la conversion de l'énergie, les énergies renouvelables, la cryptographie et le codage. Les secteurs technologiques

15. En Iran, chaque Vice-Président possède plusieurs adjoints. Ainsi, le Vice-Président chargé de la science et des technologies dispose d'un Adjoint chargé de la science et des technologies, d'un Adjoint chargé du développement de la gestion et des ressources et d'un Adjoint chargé des affaires internationales et des échanges technologiques.

16. Ces entités sont Life Science Development Company, Information Technology Development Centre, Iran InfoTech Development Company et Emad Semiconductor Company.

prioritaires sont l'aéronautique, les TIC, la technologie nucléaire, la nanotechnologie et les microtechnologies, le pétrole et le gaz, la biotechnologie et les technologies environnementales.

Concernant l'aéronautique, l'Iran fabrique des avions, des hélicoptères et des drones. Il est en train de développer son premier gros-porteur[17] afin d'augmenter le nombre de places disponibles, car le pays ne compte qu'environ neuf avions par million d'habitants. Le secteur prévoit de passer des appareils de 59 passagers à des appareils de 90 à 120 passagers, sous réserve d'importer les connaissances techniques requises.

Dans l'intervalle, l'Agence spatiale iranienne a construit plusieurs petits satellites, lancés en orbite terrestre basse par une fusée porteuse de fabrication locale baptisée Safir. En février 2012, Safir a transporté un satellite de 50 kg, son plus gros à cette date (Mistry et Gopalaswamy, 2012).

17. Après avoir acheté la licence de production de l'An-140 à l'Ukraine en 2000, l'Iran a construit son premier avion commercial de 140 places en 2003.

Rôle croissant dans la recherche en biotechnologie et sur les cellules souches

La recherche biotechnologique est supervisée par la Société iranienne de biotechnologie depuis 1997. L'Iran abrite trois centres de recherche médicale importants[18], dont deux, l'Institut Pasteur et le Centre national de recherche en génie génétique et biotechnologie, étudient les pathologies humaines. Le troisième, l'Institut Razi de recherche sur les sérums et les vaccins, se consacre aux maladies humaines et animales. L'Institut Razi et l'Institut Pasteur développent et produisent des vaccins pour l'homme et le bétail depuis les années 1920. Les chercheurs spécialisés en biotechnologie agricole espèrent améliorer la résistance des cultures aux nuisibles et aux maladies. Le centre de ressources biologiques Persian Type Culture Collection dépend du Centre de recherche en biotechnologie de Téhéran, qui relève lui-même de l'Organisation iranienne de recherche scientifique et technologique (IROST). Il fournit des services au secteur privé et aux universités.

18. Voir www.nti.org/country-profiles/iran/biological.

Encadré 15.1 : Position dominante de l'industrie automobile en Iran

Après le pétrole et le gaz, l'industrie automobile est le deuxième secteur d'activité de l'Iran. Elle représente environ 10 % du PIB et emploie approximativement 4 % de la main-d'œuvre. Entre 2000 et 2013, l'effet conjugué du taux élevé des droits à l'importation et du développement de la classe moyenne a entraîné l'essor de la fabrication locale de véhicules. En juillet 2013, les sanctions imposées par les États-Unis ayant empêché les entreprises iraniennes d'importer les pièces détachées nécessaires à la fabrication des automobiles dans le pays, l'Iran a rétrocédé à la deuxième place régionale, au profit de la Turquie.

Le marché iranien de l'automobile est dominé par Iran Khodro (IKCO) et SAIPA, filiales de l'Organisation pour le développement industriel et la rénovation, une entité publique. SAIPA (acronyme de *Société anonyme iranienne de production automobile)* a été créée en 1966 pour monter sous licence les véhicules de la société française Citroën destinés au marché iranien. Comme SAIPA, IKCO, fondé en 1962, monte des véhicules européens et asiatiques sous licence, mais possède également ses propres marques.

En 2008 et 2009, le gouvernement a consacré plus de 3 milliards de dollars des États-Unis au développement d'infrastructures visant à alimenter les véhicules en gaz naturel comprimé. Son but était de limiter les coûteuses importations de pétrole imposées par la capacité de raffinage insuffisante de l'Iran. Doté des plus importantes réserves de gaz naturel au monde après la Fédération de Russie, l'Iran est rapidement devenu le numéro un mondial en termes de nombre de véhicules roulant au gaz naturel. En 2014, plus de 3,7 millions étaient en circulation.

En 2010, le gouvernement a réduit sa participation dans les deux sociétés à environ 20 %, mais l'Organisation iranienne de privatisation a annulé les accords la même année.

IKCO arrive en tête des fabricants automobiles du Moyen-Orient. En 2012, la société a annoncé son intention de réinvestir dorénavant au moins 3 % de son chiffre d'affaires dans la R&D.

Depuis des années, afin de mieux satisfaire leurs clients et d'améliorer leur sécurité, les fabricants automobiles iraniens ont recours à la nanotechnologie pour leur proposer des tableaux de bord antitache, des vitrages en verre hydrophobe et des peintures antirayure. En 2011, le Conseil d'initiative en matière de nanotechnologie a annoncé son projet d'exportation d'huiles moteur aux nanoparticules de fabrication iranienne produites par Pishgaman–Nano-Aria Company (PNACO) vers le Liban. Ces huiles diminuent l'érosion et la température du moteur, ainsi que la consommation de carburant. En 2009, des chercheurs de l'Université de technologie d'Ispahan ont développé un acier nanostructuré solide mais léger, aussi résistant à la corrosion que l'acier inoxydable, destiné aux véhicules automobiles mais également potentiellement aux aéronefs, aux panneaux solaires et à d'autres produits.

Les sanctions imposées en 2013 ont durement frappé les exportations, qui avaient doublé pour atteindre environ 50 000 véhicules entre 2011 et 2012. En octobre 2013, IKCO a donc annoncé qu'il prévoyait, dans un premier temps, de vendre 10 000 véhicules par an à la Fédération de Russie. Les marchés d'exportation traditionnels de l'Iran sont la Syrie, l'Iraq, l'Algérie, l'Égypte, le Soudan, le Venezuela, le Pakistan, le Cameroun, le Ghana, le Sénégal et l'Azerbaïdjan. En 2014, les fabricants automobiles français Peugeot et Renault ont repris le cours normal de leurs activités avec l'Iran.

Source : http://irannano.org ; Rezaian (2013) ; Press TV (2012).

Tableau 15.2 : **Dépenses publiques de R&D en Iran par principales entités, 2011**

	Centre de R&D	Budget (en millions de rials)
Vice-Ministre des sciences, de la recherche et de la technologie		1 484 125
Finance les centres de R&D suivants	Conseil d'initiative en matière de nanotechnologie	482 459
	Centre pour le développement des entreprises axées sur le savoir	110 000
	Centre de recherche en biotechnologie	100 686
	Centre de développement des médicaments et de la médecine traditionnelle	90 000
	Centre de recherche sur les cellules souches	75 000
	Centre de développement des nouvelles énergies	65 000
	Centre pour le développement des TIC et de la microélectronique	60 000
	Centre de sciences cognitives	56 274
	Centre pour la gestion de l'eau, des sécheresses, de l'érosion et de l'environnement	50 000
	Centre pour les technologies logicielles	10 000
Ministère des sciences, de la recherche et de la technologie		1 356 166
	Agence spatiale iranienne	85 346
	Organisation iranienne de recherche scientifique et technologique	357 617
Ministère de la défense		683 157
Ministère de la santé, des soins et des formations médicales		656 152
Ministère de l'industrie		–
	Organisation pour le développement industriel et la rénovation	536 980
	Organisation iranienne de recherche halieutique	280 069
	Organisation iranienne des industries aéronautiques	156 620
Ministère de l'énergie		38 950
	Organisation de l'énergie atomique	169 564
	Institut de recherche de l'industrie pétrolière	480 000
	Organisation iranienne pour les énergies renouvelables (SUNA)	12 000
Ministère des communications et des technologies de l'information		440 000
Ministère de l'agriculture		86 104
Autres		33 147 411
	95 universités et 72 institutions affiliées au Ministère des sciences, de la recherche et de la technologie	
	84 universités et 16 institutions affiliées au Ministère de la santé, des soins et des formations médicales	
	2 universités et institutions affiliées au Ministère de la défense	
	32 parcs scientifiques et technologiques	
	184 institutions affiliées aux Ministères de l'industrie et de l'agriculture	
	23 institutions affiliées à la Présidence	
	63 autres organisations	
Total		**41 069 680**

Remarque : Les trois centres suivants ont été créés en 2014 sous l'égide de l'Adjoint chargé de la science et des technologies : le Centre pour la recherche dans les domaines du pétrole, du gaz et du charbon ; le Centre pour l'optimisation de l'énergie et l'environnement ; et le Centre pour les entreprises du secteur maritime axées sur le savoir. Le budget de chaque ministère ne couvre pas les universités et les autres institutions qui leur sont associée.

Source : www.isti.ir ; compilé par l'auteur avec des informations fournies par l'Institut national de recherche sur la politique scientifique.

Encadré 15.2 : **Succès et revers de l'industrie pharmaceutique iranienne**

Actuellement en Iran, 96 fabricants locaux produisent quelque 30 milliards d'unités de médicaments d'une valeur d'environ 2 milliards de dollars des États-Unis par an. La production locale couvre approximativement 92 % du marché intérieur mais n'inclut pas les produits haut de gamme requis pour le traitement d'affections telles que le diabète, le cancer, etc. Leur importation représente un coût d'environ 1,5 milliard de dollars. Le volume du marché s'élevant à 3,5 milliards de dollars, les importations répondent à 43 % de la demande..

Trente des 96 entreprises locales contrôlent environ 85 % du marché. Le peloton de tête compte quatre acteurs, par ordre d'importance décroissant : Daroupakhsh, Jaberebne Hayyan, Tehran Shimi et Farabi, qui représentent à eux quatre plus de 20 % du marché. L'ancienneté des chaînes de production des fabricants locaux augmente le coût de la fabrication de produits pharmaceutiques, qui s'avèrent donc onéreux pour les patients.

Les compagnies pharmaceutiques étrangères présentes en Iran passent en général soit par des filiales, soit par des consœurs locales autorisées à vendre leurs produits.

En 2011 en Iran, les dépenses en médicaments s'élevaient à 46 dollars des États-Unis par habitant. La marge bénéficiaire de l'industrie pharmaceutique est d'environ 14 %, soit près de trois fois supérieure à celle de l'industrie automobile iranienne. La plupart des sociétés pharmaceutiques sont publiques ou quasi publiques, même si certaines sont cotées sur la bourse de Téhéran. Le secteur privé ne détient qu'environ 30 % de parts de marché. Les sociétés pharmaceutiques exportent des médicaments dans près de 30 pays, représentant une valeur marchande de 100 millions de dollars des États-Unis par an.

Le Département des produits alimentaires et pharmaceutiques, qui relève du Ministère de la santé, des soins et des formations médicales, est directement responsable de la supervision des sociétés pharmaceutiques. Les pouvoirs publics tendent à prendre toutes les décisions stratégiques et surveillent les normes, la qualité et le paiement de subventions aux sociétés pouvant s'en prévaloir.

Depuis quelques années, la production locale et les exportations vers les marchés régionaux sont privilégiées. Les exportations s'effectuent à destination de l'Afghanistan, de l'Iraq, du Yémen, des Émirats arabes unis et de l'Ukraine.

Si le secteur pharmaceutique ne figure pas dans les sanctions (même les sociétés pharmaceutiques américaines peuvent aisément demander au Bureau de contrôle des avoirs étrangers du département du Trésor américain des licences d'exportation vers l'Iran), son activité est toutefois sévèrement sapée par les sanctions bancaires globales. Les importateurs iraniens reprochent aux banques occidentales de refuser les transactions liées aux importations pharmaceutiques dans leur pays. En fait, ce sont les sanctions touchant les banques et l'assurance qui entravent le plus l'activité des entreprises iraniennes.

Certaines sociétés occidentales ont également réduit leurs échanges commerciaux avec des compagnies pharmaceutiques iraniennes par crainte de contrevenir aux sanctions. Cette situation limite les importations de machines, d'équipement et de médicaments de haute technologie, notamment des produits essentiels pour le traitement de pathologies telles que le cancer, le diabète et la sclérose en plaques. La baisse de 30 % en 2012 des importations en provenance de laboratoires américains et européens a contraint les entreprises iraniennes à importer d'Asie des produits de qualité inférieure. Cette pénurie a également entraîné une hausse des prix car la substitution n'est pas envisageable en raison des brevets qui verrouillent l'univers des produits pharmaceutiques, ce qui a mis de nombreux médicaments hors de portée de l'Iranien moyen. Par ailleurs, du fait des sanctions, l'Iran manque des devises fortes requises pour payer les médicaments occidentaux.

Source : Khajehpour (2014b) ; Namazi (2013).

Les publications de scientifiques iraniens sont moins nombreuses dans le domaine des sciences agricoles qu'en médecine, en dépit d'une augmentation considérable du nombre d'articles dans ces deux disciplines depuis 2005. L'Iran est une destination de plus en plus prisée en matière de tourisme médical au Moyen-Orient. Ainsi, l'Institut Royan attire les couples confrontés à des problèmes de fertilité (encadré 15.3).

L'Iran, un nouveau centre névralgique en matière de nanotechnologie

La création du Conseil d'initiative en matière de nanotechnologie (NIC)[19] en 2002 a donné le coup d'envoi de la recherche iranienne dans ce domaine (figure 15.5). Le budget de cette organisation a considérablement augmenté entre 2008 et 2011 (de 138 à 361 millions de rials). Après une baisse de sa dotation en 2012 (251 millions de rials), il est remonté à 350 millions de rials en 2013.

Le NIC a pour mission de définir les politiques générales de développement de la nanotechnologie en Iran et la coordination de leur mise en œuvre. Il fournit des installations, crée des marchés et aide le secteur privé à développer des activités de R&D pertinentes.

L'Iran compte plusieurs centres consacrés à la recherche en nanotechnologie :

- Le Centre de recherche en nanotechnologie de l'Université de Sharif (créé en 2005) a mis en place le premier programme iranien de doctorat en nanosciences et nanotechnologies ;
- Le Centre de recherche en nanotechnologie de l'Université de sciences médicales de Mashhad, qui fait partie de l'Institut de recherche Mashhad Bu Ali, (créé en 2009) ;

19. Voir www.irannano.org.

Encadré 15.3 : **Institut Royan : du traitement de la stérilité à la recherche sur les cellules souches**

Fondé en 1991 par le Dr Saeid Kazemi Ashtiani, l'Institut Royan est un institut de recherche sans but lucratif spécialisé dans la biomédecine reproductive et le traitement de la stérilité. Ses deux publications, le *Cell Journal* et l'*Iranian Journal of Fertility and Sterility,* sont indexées sur la plateforme Web of Science de Thomson Reuters. L'Institut décerne chaque année le Prix international de la recherche.

Il est géré par le Jihad Daneshgahi (*jihad* signifie ici effort sacré dans un domaine scientifique), lui-même placé sous la supervision du Haut Conseil de la révolution culturelle. Bien qu'officiellement non gouvernemental, il fait en réalité partie du système de l'enseignement supérieur et est donc financé par l'État.

En 1998, le Ministère de la santé lui a accordé le statut de centre de recherche cellulaire. Il emploie aujourd'hui 46 scientifiques et 186 techniciens de laboratoire répartis sur trois entités distinctes : l'Institut Royan de biologie et de technologie des cellules souches, l'Institut Royan de biomédecine reproductive et l'Institut Royan de biotechnologie animale.

L'une de ses premières réalisations notables a été la naissance d'un enfant conçu à l'aide de techniques de fertilisation *in vitro* en 1993. Dix ans plus tard, l'Institut créait un service de recherche sur les cellules souches. En 2003, il développait pour la première fois des lignées de cellules embryonnaires humaines. En 2004, ses chercheurs ont réussi à obtenir des cellules productrices d'insuline à partir de cellules souches embryonnaires humaines. Des cellules souches adultes ont été utilisées pour traiter des lésions de la cornée (oculaires) et des infarctus du myocarde (crises cardiaques) chez l'homme.

En 2011, l'Institut Royan a mis en place une banque de cellules souches et un service préhospitalier de thérapie cellulaire. Une année plus tard naissait le premier enfant en bonne santé après un traitement de la bêta-thalassémie, une affection due à un défaut du gène responsable de la production d'hémoglobine, une protéine riche en fer présente dans les globules rouges. Environ 5 % de la population mondiale sont des porteurs sains d'un gène codant des troubles de l'hémoglobine, mais ces derniers sont courants en Asie, au Moyen-Orient et dans le bassin méditerranéen.

Entre autres exploits, on peut citer la naissance du premier ovin cloné en Iran en 2006 et celle de la première chèvre clonée en 2009.

La banque de sang ombilical créée en Iran en 2005 par l'Institut Royan a annoncé en novembre 2008 qu'elle investirait 2,5 milliards de dollars des États-Unis dans la recherche sur les cellules souches au cours des cinq années suivantes et que des centres de recherche sur les cellules souches seraient ouverts dans toutes les grandes villes.

Source : www.royaninstitute.org ; PressTV (2008).

- Le Centre de recherche en génie tissulaire et nanotechnologies médicales de l'Université de sciences médicales Shahid Beheshti ;
- Le Centre de recherche en nanotechnologie de l'Université Jondi Sapoor (créé en 2010) ;
- Le Centre de recherche Zanjan en nanotechnologies pharmaceutiques de l'Université de sciences médicales de Zanjan (créé en 2012).

Le programme nanotechnologique iranien présente les caractéristiques suivantes (Ghazinoory *et al.*, 2012) :

- Les décisions sont prises par le gouvernement puis transmises aux échelons inférieurs ;
- Le programme est prospectif (tourné vers l'avenir) ;
- Il repose fortement sur des activités de promotion visant à stimuler l'intérêt des décideurs, des experts et du grand public pour la nanotechnologie, à l'instar du festival annuel de la nanotechnologie à Téhéran. Le NIC a créé un Nano Club[20] à l'intention des scolaires et des olympiades en matière de nanotechnologies, « Nano Olympiad » ;
- Il met l'accent sur la fabrication de tous les maillons de la chaîne de valeur ;
- Il privilégie le soutien financier comme mesure incitative ;
- Il est fondé sur l'offre et non sur les besoins et s'appuie sur les capacités intérieures de l'Iran.

En matière de nanotechnologie, la quantité continue à excéder la qualité

L'une des missions du NIC était de hisser l'Iran dans le groupe des 15 pays chefs de file dans ce domaine. Il l'a admirablement remplie puisque, en 2014, le pays se classait au septième rang mondial en termes de nombre de publications en rapport avec la nanotechnologie (figure 15.5). Le nombre de publications par million d'habitants a également rapidement progressé en Iran. Au cours des 10 dernières années, 143 entreprises de nanotechnologie ont été créées dans 8 branches d'activité.

En dépit de cet excellent palmarès, le taux moyen de citation a chuté depuis 2009 et pour l'heure, le nombre de brevets accordés à des inventeurs demeure très modeste. En outre, le nombre

20. Voir nanoclub.ir.

Tableau 15.3 : **Augmentation du nombre de parcs scientifiques et technologiques en Iran, 2010-2013**

	2010	2011	2012	2013
Nombre de parcs scientifiques et technologiques	28	31	33	33
Nombre d'incubateurs d'entreprises	98	113	131	146
Nombre de brevets générés par les parcs scientifiques et technologiques	310	321	340	360
Nombre d'entreprises axées sur le savoir installées dans des parcs scientifiques et technologiques	2 169	2 518	3 000	3 400
Nombre de personnes employées dans la recherche travaillant dans les parcs scientifiques et technologiques	16 139	16 542	19 000	22 000

Source : Auteur, à partir d'un entretien avec le Ministère des sciences, de la recherche et de la technologie, 2014.

de dépôts auprès de l'Office européen des brevets et de l'Office des brevets et des marques des États-Unis d'Amérique (USPTO) a chuté entre 2012 et 2013 après une progression régulière depuis 2008, passant de 27 à 12.

Expansion du réseau de parcs et d'incubateurs

Depuis 2010, 5 parcs scientifiques et technologiques et 48 incubateurs d'entreprises ont vu le jour (tableau 15.3). Si certains de ces parcs sont spécialisés, d'autres regroupent un large éventail d'entreprises. Ainsi, le Parc scientifique et technologique du Golfe persique créé en 2008 accueille des entreprises des secteurs suivants : technologie de l'information, de la communication et électronique, nanotechnologie, biotechnologie, pétrole, gaz et pétrochimie, industrie maritime, agriculture et secteur des palmiers dattiers, industrie de la pêche et espèces aquatiques et industrie alimentaire.

Une enquête menée en 2010 auprès de 40 entreprises installées dans des parcs scientifiques et technologiques de la province iranienne de l'Azerbaïdjan oriental a fait apparaître une corrélation entre le niveau d'investissement dans la R&D et la portée des innovations. Elle a également révélé un lien direct entre l'ancienneté des PME dans les parcs et leurs capacités d'innovation. En revanche, les entreprises les plus dynamiques n'étaient pas nécessairement celles qui comptaient le plus grand nombre de chercheurs (Fazlzadeh et Moshiri, 2010).

CONCLUSION

Un embargo n'entrave *pas* le développement de la science

L'édition 2010 du *Rapport de l'UNESCO sur la science* affirmait que la politique iranienne en matière de STI se caractérisait davantage par une impulsion scientifique (« science push ») que par une technologie axée sur la demande (« technology pull »). Aujourd'hui, elle apparaît plutôt poussée par les sanctions que tirée par la science. Le durcissement des sanctions en 2011 a conduit l'économie iranienne à se recentrer sur son marché intérieur. En dressant des obstacles aux importations étrangères, les sanctions ont incité les entreprises axées sur le savoir à produire localement.

En 2014, l'Iran a réagi aux sanctions en adoptant une « économie de résistance », expression englobant à la fois politique économique et politique en matière de STI. Conscients désormais que l'avenir de l'Iran dépend du passage à une économie du savoir, les décideurs doivent puiser dans le capital humain national, et non plus uniquement dans les industries d'extraction, pour créer de la richesse.

La politique iranienne en matière d'éducation était auparavant centrée sur la position forte du pays dans les sciences fondamentales. Cette situation, ainsi que d'autres facteurs tels que les retombées positives des pétrodollars, avaient dissocié la science des besoins socioéconomiques, comme l'indiquait l'édition 2010 du *Rapport de l'UNESCO sur la science*. La dégradation de la situation économique associée à l'augmentation du nombre de diplômés et à la rareté des emplois à leur disposition a créé des conditions favorables à un centrage renforcé sur les sciences appliquées et la technologie. Dans ce contexte, le gouvernement consacre son budget limité à l'appui aux petites entreprises innovantes, aux incubateurs d'entreprises et aux parcs scientifiques et technologiques, c'est-à-dire à des types d'entreprises qui emploient des jeunes diplômés. Parallèlement, le Ministère des sciences, de la recherche et de la technologie prévoit de renforcer l'interdisciplinarité des programmes d'enseignement universitaires et de créer un master en administration d'entreprise afin que le cursus universitaire soit plus réactif aux besoins socioéconomiques.

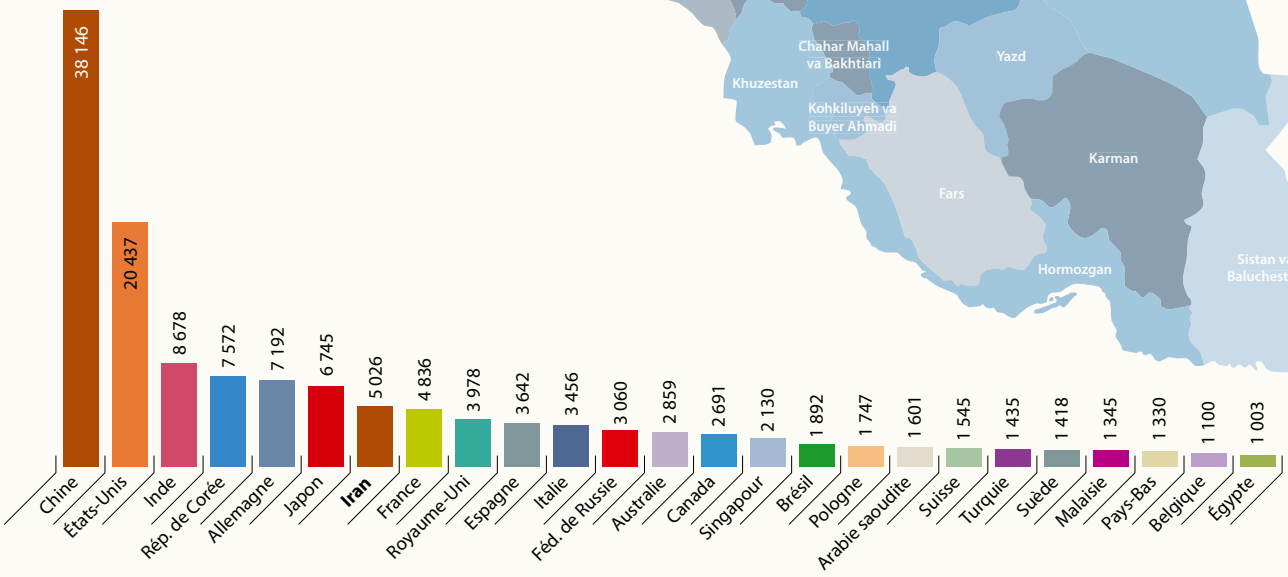
Les sanctions ont eu un effet imprévu mais bienvenu. Ne pouvant plus compter sur les pétrodollars pour graisser les rouages d'une administration tentaculaire, l'État a engagé une réforme visant à réduire les coûts institutionnels, introduire un système de budgétisation plus rigoureux et améliorer la gouvernance scientifique.

L'expérience de l'Iran est unique en son genre. L'importance croissante de la politique en matière de STI en Iran découle avant tout du durcissement des sanctions internationales. Un embargo n'entrave *pas* le développement de la science. Cette prise de conscience donne à l'Iran l'espoir d'un avenir meilleur.

Figure 15.5 : **Tendances en matière de nanotechnologie en Iran**

L'Iran se classe désormais au septième rang mondial en termes de nombre de publications en rapport avec la nanotechnologie

25 premiers pays en termes de nombre d'articles en rapport avec la nanotechnologie, 2014

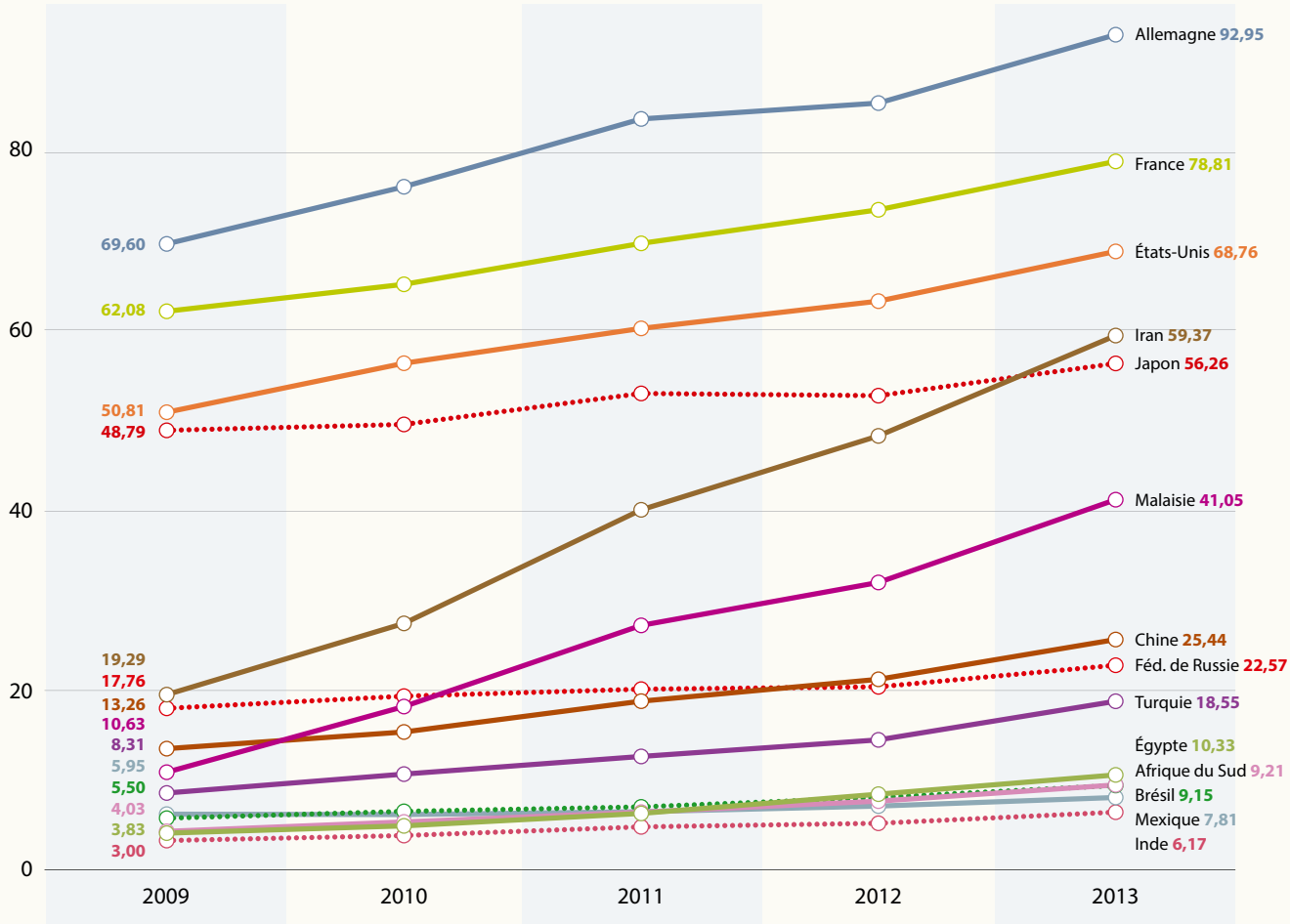




Remarque : Le chiffre total concernant la Chine ne comprend pas Taïwan (Chine), qui a enregistré 3 139 publications dans cette base de données en 2014.

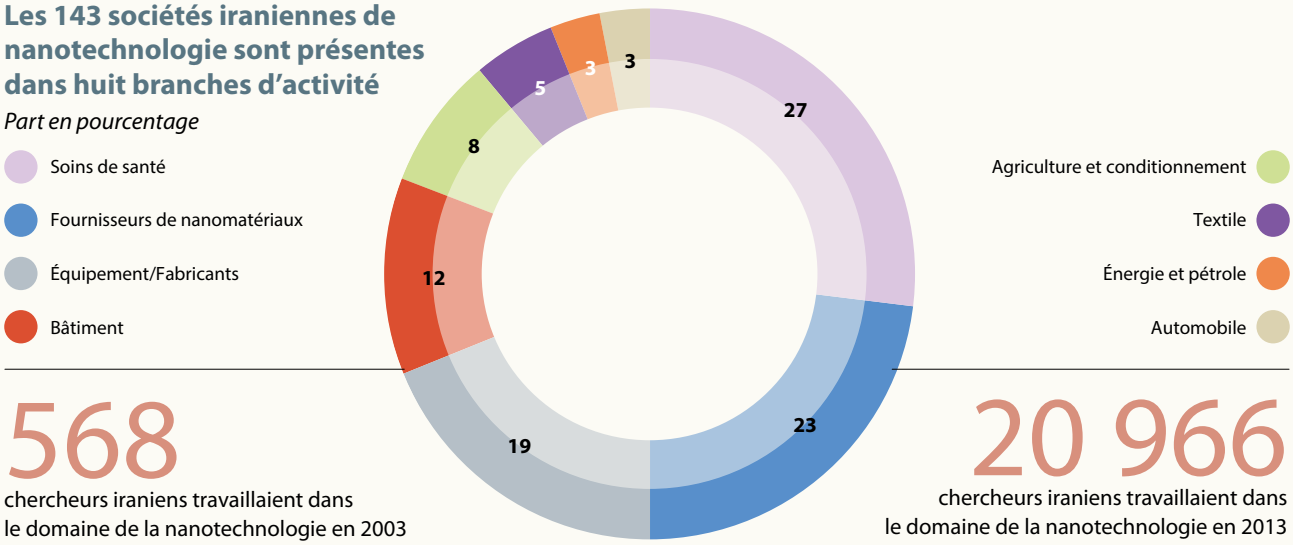
L'Iran se situe en bonne place en termes de nombre de publications sur la nanotechnologie par million d'habitants

Les données des autres pays sont indiquées à titre de comparaison



Les 143 sociétés iraniennes de nanotechnologie sont présentes dans huit branches d'activité

Part en pourcentage

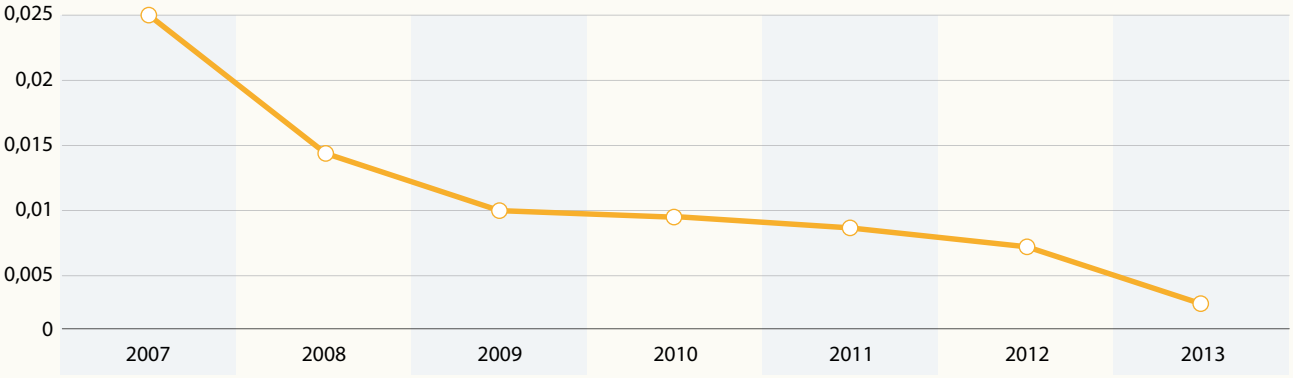


568
chercheurs iraniens travaillaient dans le domaine de la nanotechnologie en 2003

20 966
chercheurs iraniens travaillaient dans le domaine de la nanotechnologie en 2013

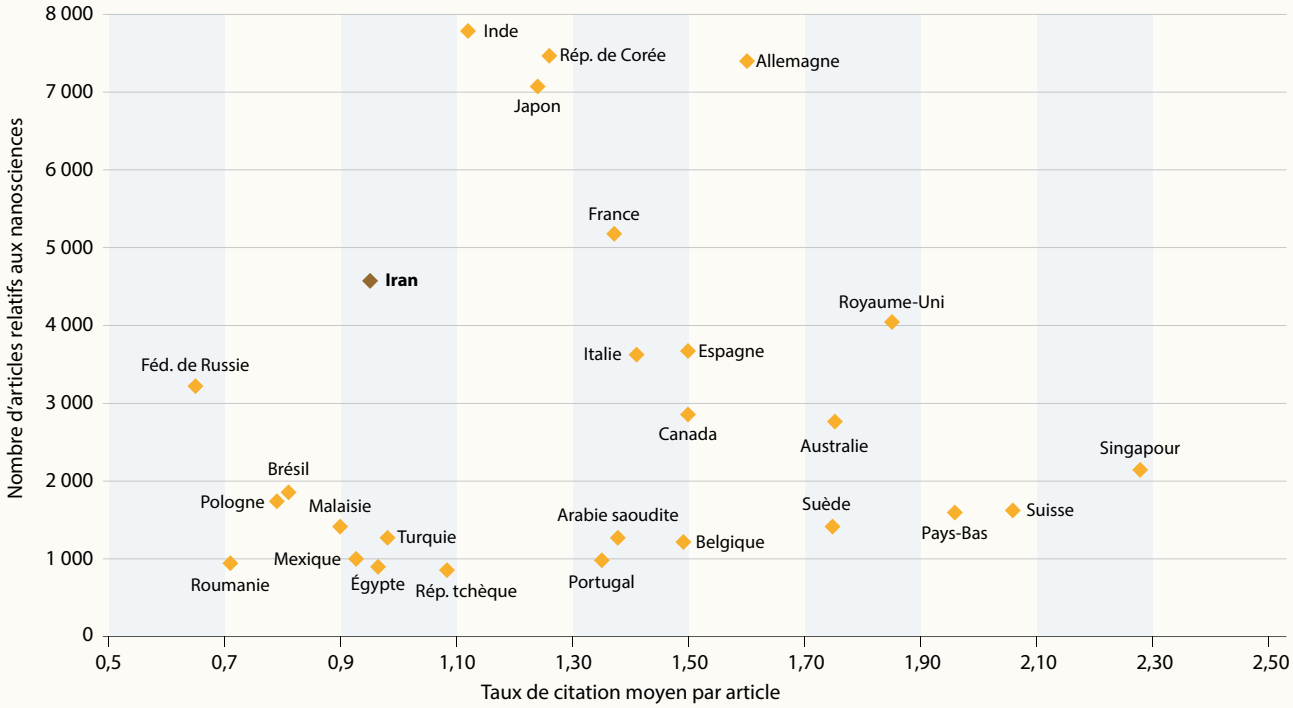
Le nombre de brevets n'augmente pas au même rythme que celui des publications...

Nombre de brevets nanotechnologiques iraniens enregistrés par l'OEB et l'USPTO pour 100 articles scientifiques



... et la qualité n'est pas encore à la hauteur de la quantité en Iran

Nombre moyen de citations de publications iraniennes consacrées à la nanotechnologie par rapport à d'autres pays leaders, 2013



Source : Statnano.com (janvier 2015), basé sur des données de la plateforme de recherche Web of Science de Thomson Reuters, Science Citation Index Expanded et archives de l'Office européen des brevets et de l'Office des brevets et des marques des États-Unis d'Amérique.

PRINCIPAUX OBJECTIFS DE L'IRAN

- Porter le ratio DIRD/PIB à 3 % d'ici 2015 et 4 % d'ici 2025 ;
- Passer les dépenses de R&D des entreprises à 50 % des DIRD d'ici 2025 ;
- Augmenter le pourcentage de chercheurs employés par le secteur des entreprises à 40 % d'ici 2025 ;
- Accroître le nombre de professeurs d'université à temps plein par million d'habitants de 1 171 en 2013 à 2 000 en 2025 ;
- Élever l'IDE à 3 % du PIB d'ici 2015 ;
- Privatiser 80 % des entreprises publiques entre 2004 et 2014 ;
- Publier 800 articles scientifiques par million d'habitants dans des revues internationales d'ici 2025 contre 239 en 2013.

RÉFÉRENCES

Davarpanah, M. R. et Moghadam, H. M. (2012) The contribution of women in Iranian scholarly publication. *Library Review,* 61(4) : p. 261–271.

Dehghan, S. K. (2014)) Iranian students blocked from UK STEM courses due to US sanctions. *The Guardian Online*, 26 juin.

Fakhari H., Salmani, D. et Daraei, F. (2013) The impact of economic sanctions on knowledge-based companies in Iran. *Journal of Science and Technology Policy* 5(3).

Fazlzadeh, A. et Moshiri, M. (2010) An investigation of innovation in small scale industries located in science parks of Iran. *International Journal of Business and Management*, 5(10) : p. 148.

FMI (2014) Islamic Republic of Iran: Selected Issues. Country Report 14/94. Fonds monétaire international. Avril.

Ghaneirad, M. A., Toloo, A. et Khosrokhavar, F. (2008) Factors, Motives and Challenges of Knowledge Production among Scientific Elites. *Journal of Science and Technology Policy* 1(2) : p. 71-86.

Ghazimi, R. (2012) « *Iran's Economic Crisis: a Failure of Planning* ». Voir www.muftah.org.

Ghazinoory, S., Divsalar, A. et Soofi, A. (2009) A new definition and framework for the development of a national technology strategy: the case of nanotechnology for Iran, *Technological Forecasting and Social Change* 76(6) : p. 835–848.

Ghazinoory, S., Yazdi, F. S. et Soltani, A. M. (2012)Iran and nanotechnology: a new experience of on-time entry. Dans : Aydogan-Duda, N. (dir.) *Making It to the Forefront: Nanotechnology – a Developing Country Perspective*. Springer : New York.

Ghorashi, A. H. et Rahimi, A. (2011) Renewable and non-renewable energy status in Iran: art of know-how and technology gaps. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15(1) : p. 729-736.

Habibi, N. (2013) *The Economic Legacy of Mahmoud Ahmadinejad*. Middle East Brief, Centre royal d'études sur le Moyen-Orient, juin, no 74. Voir www.brandeis.edu/crown/ publications/meb/MEB74.pdf.

Hariri N. et Riahi, A. (2014) Scientific Cooperation of Iran and Developing Countries. *Journal of Science and Technology Policy* 3(3).

ISU (2014) *Higher Education in Asia: Expanding Out, Expanding Up.* Institut de statistique de l'UNESCO : Montréal (Canada).

Jowkar, A., Didegah, F. et Gazni, A. (2011) The effect of funding on academic research impact: a case study of Iranian publications. *Aslib Proceedings*, 63(6), p. 593-602.

Khajehpour, B. (2014a) Decoding Iran's 'resistance economy'. *Al Monitor*, 24 février. Voir www.al-monitor.com.

Khajehpour, B. (2014b) *Impact of External Sanctions on the Iranian Pharmaceutical Sector*. Éditorial. Fondation de recherche HAND. Voir www.handresearch.org.

Leylaz, S. (2014) Iran gov't economic achievements outlined. *Iranian Republic News Agency*, 2 novembre. Voir www.irna.ir/en/News/2783131/.

Manteghi, M., Hasani, A. et Boushehri, A. N. (2010) Identifying the policy challenges in the national innovation system of Iran. *Journal of Science and Technology Policy*, 2(3).

Mistry, D. et Gopalaswamy, B. (2012) Ballistic missiles and space launch vehicles in regional powers. *Astropolitics*, 10(2) : p. 126-151.

Mousavian, S. H. (2012) *The Iranian Nuclear Crisis: a Memoir,* Dotation Carnegie pour la paix internationale : États-Unis

Namazi, S. (2013) Sanctions and medical supply shortages in Iran. *Viewpoints*, 20.

PressTV (2012) IKCO to allocate 3% of sales to research. 29 janvier. Voir http://edition.presstv.ir/detail/223755.html.

PressTV (2008) Iran invests $2.5b in stem cell research. 7 novembre. Voir www.presstv.ir.

Rezaian, J. (2013) Iran's automakers stalled by sanctions. *Washington Post*, 14 octobre 2013.

Riahi, A., Ghaneei, R. M. A. et Ahmadi, E. (2013) Iran's Scientific Interaction and Commutations with the G8 Countries.

Présentation par Skype. Compte rendu de la 9e conférence internationale sur la cybermétrie, l'infométrie et la scientométrie et de la 14e réunion de COLLNET. Tartu, Estonie.

Tehran Times (2013) 14 000 foreign students studying in Iran. *Tehran Times*, 10 juillet, vol. 122 237.

Williams, A. (2008) Iran opens its first solar power plant. *Clean Technica*. Voir www.cleantechnica.com.

Kioomars Ashtarian, né en 1963 en Iran, est titulaire d'un doctorat en politiques publiques et technologiques délivré par l'Université de Laval, au Canada. Il est également professeur associé à la faculté de droit et de sciences politiques de l'Université de Téhéran. Il a été directeur général du secteur public auprès de l'Organisation de gestion et de planification de la République islamique d'Iran (2003-2004) et doyen de la faculté de journalisme de l'agence de presse iranienne (2002-2003). Il occupe actuellement le poste de secrétaire du bureau du Conseil des affaires sociales et de l'e-gouvernement.

REMERCIEMENTS

L'auteur tient à remercier les personnes suivantes de l'Institut national iranien de recherche sur la politique scientifique pour les informations et les données fournies pour l'élaboration du présent chapitre : Akram Ghadimi, membre du corps enseignant, Fariba Niksiar, responsable des relations internationales, et Azita Manuchehri Qashqaie, chercheuse. L'auteur remercie également Ali Khajeh Naiini pour son aide en vue de l'élaboration des tableaux.

Israël devrait se préparer en vue de l'avènement des industries fondées sur la science.

Daphne Getz et **Zehev Tadmor**



Dispositif miniaturisé mis au point dans le laboratoire de robotique du professeur Moshe Shoham à l'Institut technologique du Technion de Haïfa. Fruit de la technologie des microsystèmes électromécaniques, ce micro-robot a été conçu pour être téléguidé à l'intérieur du corps humain et réaliser des interventions médicales beaucoup moins invasives que celles pratiquées aujourd'hui.

Photo : © Institut technologique du Technion

16. Israël

Daphne Getz et Zehev Tadmor

INTRODUCTION

Un paysage géopolitique en mutation rapide

Depuis le printemps arabe (2011), la situation politique, sociale, religieuse et militaire au Moyen-Orient a été bouleversée par les changements de régime, les guerres civiles et l'émergence de sectes politico-militaires opportunistes comme Daech (voir chapitre 17). Dans un contexte élargi, les relations entre les puissances occidentales et l'Iran semblent avoir atteint un tournant (voir p. 389). Le statu quo du conflit israélo-palestinien, qui persiste depuis cinq ans, risque d'entraver les collaborations régionales et internationales d'Israël et ses avancées en matière de STI. En dépit des tensions, certaines collaborations sont établies avec des établissements universitaires des pays arabes voisins (voir p. 427).

En ce qui concerne la politique nationale, des élections ont eu lieu en mars 2015. Afin de constituer une majorité à la Knesset – le parlement israélien – le Premier Ministre réélu, Benyamin Nétanyahou, dont le parti, le *Likoud*, a obtenu 30 sièges, a formé une coalition avec *Koulanou* (10 sièges), *Judaïsme unifié de la Torah* (6 sièges), le *Shas* (7 sièges) et *Le Foyer juif* (8 sièges), soit une majorité de 61 sièges. Pour la première fois, une coalition de partis arabes a obtenu 14 des 120 sièges de la Knesset, devenant ainsi la troisième force politique du pays après le *Likoud* et l'*Union sioniste* (gauche) dirigée par Isaac Herzog (24 sièges). Les Arabes israéliens sont donc plus que jamais en position d'influencer le processus législatif, y compris les questions ayant trait à la STI.

La crise financière mondiale n'a pas eu d'impact durable

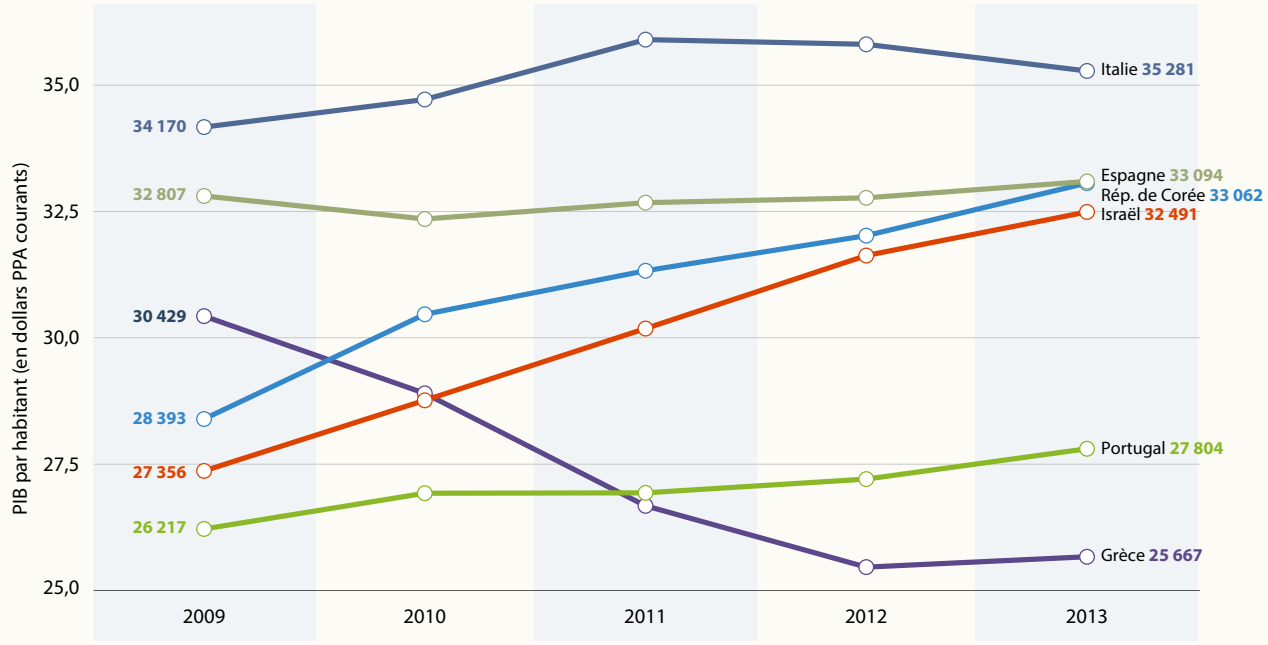
L'économie israélienne a enregistré une croissance de 28 % entre 2009 et 2013, atteignant 261,9 milliards de dollars PPA ; le PIB par habitant a progressé de 19 % (figure 16.1). Ces performances remarquables s'expliquent par la solidité du secteur de moyenne et de haute technologie, véritable moteur national de la croissance qui représente 46 % des exportations israéliennes (2012). Les technologies de l'information et des communications (TIC) et autres services de haute technologie dominent ce secteur. Fortement dépendant des marchés internationaux et du capital-risque, le secteur commercial israélien n'a pas été épargné par la crise financière mondiale de 2008-2009. L'économie nationale a cependant réussi à garder le cap grâce à une politique fiscale équilibrée et à des mesures conservatrices dans le secteur immobilier. Dans le domaine de la recherche et du développement (R&D), les subventions de l'État[1], en place depuis 2009, ont aidé les entreprises de haute technologie à affronter la tempête et à en sortir relativement indemnes.

D'après les données du Bureau central des statistiques (2011), les secteurs de l'industrie manufacturière et des services ont réduit respectivement de 5 % et de 6 % leurs dépenses en R&D entre 2008 et 2009. Chacun de ces secteurs représentait 30 % des activités de R&D en 2008 (UNESCO, 2012). La diminution du ratio DIRD/PIB (3,96 % du PIB en 2010) s'explique par les coupes subies par le secteur des entreprises, qui est à l'origine de 83-84 % des dépenses intérieures brutes de recherche et développement (DIRD). Israël

1. Le financement public et international a augmenté de 12 %.

Figure 16.1 : **PIB par habitant en Israël, 2009-2013**

En milliers de dollars PPA courants ; les données des autres pays sont indiquées à titre de comparaison



Source : : Indicateurs du développement dans le monde de la Banque mondiale, mai 2015.

a tout de même réussi à se maintenir à la première place mondiale en matière d'intensité de R&D mais est désormais talonné par la République de Corée (figure 16.2).

L'adhésion à l'OCDE a rassuré les investisseurs

L'admission d'Israël à l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) en 2010 a renforcé la confiance des investisseurs dans l'économie du pays. Depuis son admission dans ce club exclusif, Israël a davantage ouvert son économie aux échanges et aux investissements internationaux en abaissant les droits de douane, en adhérant aux normes internationales et en améliorant le cadre réglementaire national applicable aux entreprises[2]. Israël satisfait désormais aux critères du cadre général de la politique d'ouverture des marchés de l'OCDE, en particulier en ce qui concerne l'efficacité de la réglementation et les questions de propriété intellectuelle. Les réformes réglementaires entreprises ont d'ores et déjà entraîné une hausse sensible des investissements directs étrangers (IDE) [OCDE, 2014] (tableau 16.1). Le secteur de la haute technologie a ainsi accédé plus facilement au capital dont il avait grandement besoin, faisant ainsi passer le PIB de 204 849 millions à 261 858 millions de dollars PPA (en prix courants) entre 2009 et 2013.

2. Voir www.oecd.org/israel/48262991.pdf.

L'économie binaire d'Israël menace l'équité sociale et la croissance durable

« L'économie binaire » d'Israël est composée, d'une part, d'un secteur de la haute technologie de taille relativement modeste mais de niveau mondial qui fait office de moteur de l'économie et, d'autre part, des secteurs traditionnels industriels et des services autrement plus étendus mais moins performants. La contribution économique du secteur florissant de la haute technologie ne se répercute pas toujours sur les autres secteurs de l'économie.

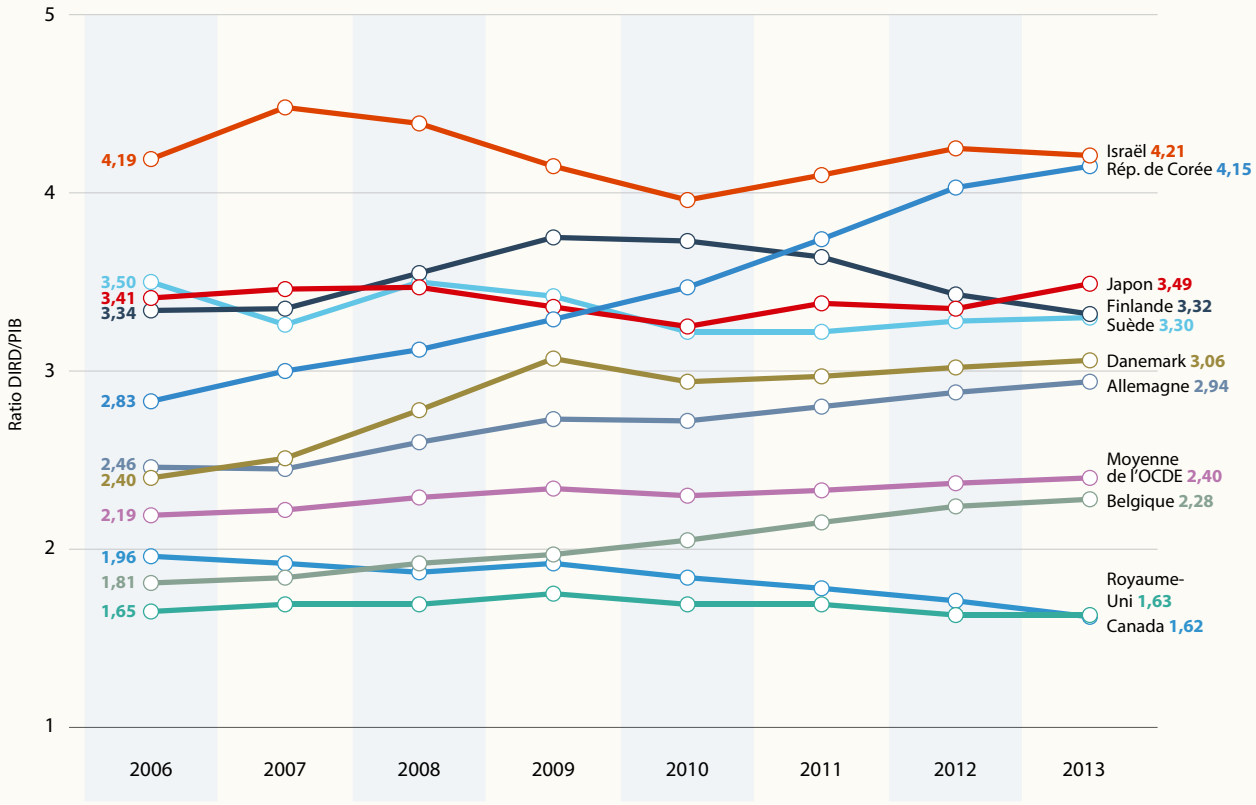
Tableau 16.1 : **Flux d'IDE entrants et sortants en Israël, 2009-2013**

	Flux d'IDE entrants	Flux d'IDE sortants	Flux d'IDE entrants	Flux d'IDE sortants
	En millions de dollars É.-U. courants		Part du PIB (%)	
2009	4 438	1 695	2,2	0,8
2010	5 510	9 088	2,5	4,1
2011	9 095	9 165	3,9	3,9
2012	8 055	3 257	3,2	1,3
2013	11 804	4 670	4,5	1,8

Source : Bureau central des statistiques.

Figure 16.2 : **Tendances en matière de ratio DIRD/PIB en Israël, 2006-2013**

Les données relatives à d'autres pays et régions sont indiquées à titre de comparaison



Remarque : Les données relatives à Israël ne tiennent pas compte de la R&D dans le domaine de la défense.

Source : Getz *et al.* (2013), mis à jour.

Au fil du temps, cette division binaire en a entraîné une autre, entre une main-d'œuvre aux salaires confortables installée au « cœur » du pays, à savoir dans la zone métropolitaine de Tel-Aviv, et des travailleurs mal rémunérés vivant pour la plupart à la périphérie. L'écart socioéconomique croissant dû à la structure de l'économie et la concentration de la richesse entre les mains des plus aisés (1 % de la population) ébranlent la société israélienne (Brodet, 2008).

Cette dualité est renforcée par le faible taux de participation au marché du travail au regard des autres économies de l'OCDE ; il est pourtant passé de 59,8 % à 63,7 % entre 2003 et 2013 grâce aux améliorations en matière d'éducation (Fatal, 2013) : en 2014, 55 % de la main-d'œuvre israélienne comptait à son actif au moins treize années de scolarité, et 30 % était allée jusqu'à seize ans (Bureau central des statistiques, 2014). Ce faible taux d'activité de la population générale est principalement dû à la participation limitée à la vie active des hommes ultra-orthodoxes et des femmes arabes. Le taux de chômage est également plus élevé chez les Arabes (et en particulier parmi les femmes arabes) que chez les Juifs (tableau 16.2).

Ce phénomène s'explique par le manque d'intégration de la population arabe au sein de la société israélienne ; son éloignement géographique et ses infrastructures inadéquates, l'absence de réseaux sociaux nécessaires pour trouver un emploi décent et les pratiques discriminatoires dans certains segments de l'économie sont en partie responsables de cet état de fait.

Pour afficher une croissance économique durable à long terme, Israël devra ouvrir son marché de l'emploi aux populations minoritaires. Ce constat a amené le gouvernement à fixer, en décembre 2014, un ensemble d'objectifs relatifs à la hausse du taux d'activité des groupes minoritaires (figure 16.3).

Tableau 16.2 : **Caractéristiques de la population active civile en Israël, 2013**

	Population adulte totale*	Population active civile (en milliers)	Population active civile (%)	Proportion de chômeurs (%)
Total	**5 775,1**	**3 677,8**	**64**	**6,2**
Juifs	4 549,5	3 061,8	67	5,8
Arabes	1 057,2	482,8	46	9,4
Hommes	**2 818,3**	**1 955,9**	**69**	**6,2**
Juifs	2 211,9	1 549,8	70	5,8
Arabes	530,8	344,4	65	8,2
Femmes	**2 956,7**	**1 722,0**	**58**	**6,2**
Juives	2 337,6	1 512,0	65	5,8
Arabes	526,4	138,4	26	12,4

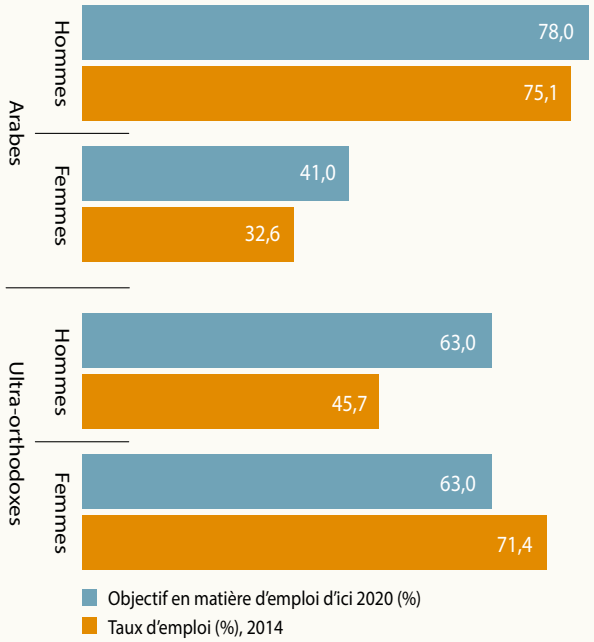
Source : Bureau central des statistiques.

Le passage d'une économie proche du socialisme dans les années 1980 à une économie de marché a entraîné l'augmentation des inégalités, comme l'illustre la croissance constante de l'indice de Gini (voir glossaire, p. 741). En 2011, les ménages représentant 20 % de la population (les deux déciles les plus élevés) concentraient près de 42 % des revenus mensuels bruts. La classe moyenne, appartenant aux déciles 4 à 7, ne brassait à cette date que 33 % des revenus bruts. Les inégalités après impôts et les transferts en espèces ont enregistré une hausse encore plus importante du fait de la réduction progressive des prestations sociales par le gouvernement depuis 2003 (UNESCO, à paraître).

La dichotomie de l'économie israélienne est également évidente dans la faible productivité du travail, qui est calculée en PIB par heure travaillée. Depuis les années 1970, les résultats d'Israël pour cet indicateur n'ont cessé de baisser et le pays se situe aujourd'hui au 26e rang des 34 pays de l'OCDE (Ben David, 2014) en dépit de ses universités prestigieuses et de ses entreprises d'avant-garde dans le secteur de la haute technologie.

En Israël, la productivité du travail est étroitement liée à l'intensité technologique. Dans les secteurs de moyenne et de haute technologie, elle est nettement plus élevée que dans d'autres secteurs manufacturiers. Dans le secteur des services, les industries à forte intensité de connaissances et de technologie, à savoir l'informatique, les services de R&D et les communications, affichent les niveaux les plus élevés de production par employé.

Figure 16.3 : **Objectifs en matière d'emploi des minorités en Israël d'ici 2020**



Remarque : Un comité spécial chargé d'examiner la politique israélienne de l'emploi a fixé les objectifs en matière d'emploi en 2010. L'objectif concernant les femmes ultra-orthodoxes a été atteint avant 2014.

Source : Comptable général (2014) *Gestion des objectifs de la politique fiscale.* Ministère des finances (en hébreu).

Les secteurs manufacturiers de moyenne et de haute technologie représentent environ 13 % du PIB et 7 % de l'emploi total alors que leur production s'élève à 46 % des exportations industrielles, comme cité précédemment. Les principales industries du secteur manufacturier sont les produits pharmaceutiques et chimiques, informatiques, électroniques et optiques (Getz *et al.*, 2013).

Ces secteurs industriels et les services à faible ou moyenne à faible intensité de technologie représentent la plus grande partie de la production et de l'emploi dans le secteur commercial mais affichent pourtant une faible productivité par employé (figure 16.4). La croissance économique durable et à long terme ne sera possible que si la productivité des secteurs industriels et des services traditionnels s'améliore (Flug, 2015). Il faut pour cela mettre en place des mesures incitant les entreprises à innover, à assimiler les technologies de pointe, à mettre en place les changements organisationnels requis et à adopter de nouveaux modèles commerciaux pour accroître la part des exportations dans leur production (Brodet, 2008). Le gouvernement espère augmenter la productivité industrielle, à savoir la valeur ajoutée de chaque employé, de 63 996 dollars PPA en 2014 à 82 247 en 2020.

TENDANCES EN MATIÈRE DE R&D

Israël maintient sa position de leader mondial en matière d'intensité de R&D

Israël maintient sa position de leader mondial en matière d'intensité de R&D, ce qui reflète l'importance de la recherche et de l'innovation pour l'économie. Cependant, depuis 2008, cet indicateur a enregistré un certain recul (4,2 % en 2014) alors qu'il affichait une croissance solide en République de Corée, au Danemark, en Allemagne et en Belgique (figure 16.2) [Getz et *al.*, 2013]. Les dépenses intérieures de recherche et développement des entreprises (DIRDE)[3] continuent de représenter ~84 % des DIRD, soit 3,49 % du PIB. La part de l'enseignement supérieur dans les DIRDE a diminué de 0,69 % du PIB en 2003 à 0,59 % en 2013. En dépit de cette baisse, Israël se place au huitième rang des pays de l'OCDE pour cet indicateur.

La part du lion du financement des DIRD (45,6 %) revient aux entreprises étrangères (figure 16.5), ce qui reflète l'ampleur de l'activité des entreprises multinationales et des centres de R&D dans le pays.

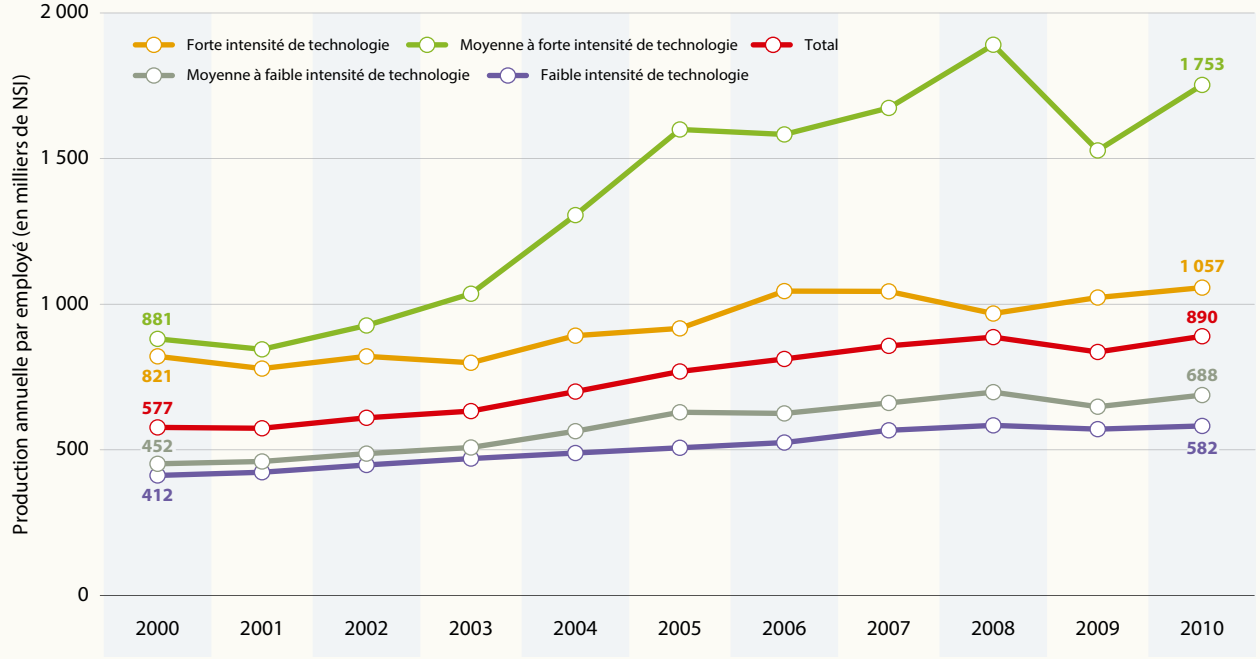
La part du financement étranger de la R&D universitaire est également importante (21,8 %). Fin 2014, Israël avait reçu 875,6 millions d'euros du septième programme-cadre de recherche et d'innovation (2007-2013) de l'Union européenne (UE), dont 70 % ont été destinés au milieu universitaire. Son successeur, Horizon 2020 (2014-2020), doté de près de 80 milliards d'euros, est le plus ambitieux programme de recherche et d'innovation de l'histoire de l'UE. En février 2015, Israël avait reçu 119,8 millions d'euros dans le cadre du programme Horizon 2020.

En 2013, plus de la moitié des dépenses publiques (soit 51,8 %) étaient destinées à la recherche universitaire et 29,9 % au développement des technologies industrielles. Les dépenses en R&D dans les domaines de la santé et de l'environnement ont doublé en termes absolus ces 10 dernières années mais continuent de représenter moins de 1 % des DIRD du gouvernement (figure 16.6). Israël se distingue des autres pays

3. DIRD réalisées par le secteur commercial.

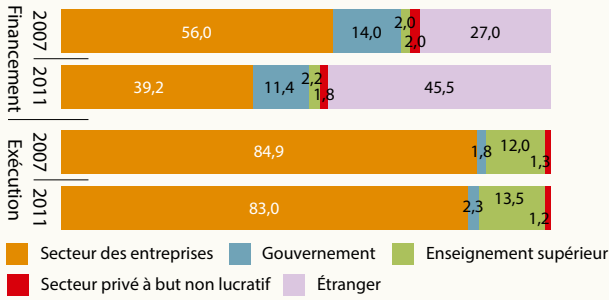
Figure 16.4 : **Production annuelle par employé en Israël, 2000-2010**

En milliers de NSI, ventilé par intensité technologique



Source : Bureau central des statistiques.

Figure 16.5 : **DIRD en Israël par financement et secteur d'exécution, 2007 et 2011 (%)**



Remarque : Les données ne tiennent pas compte de la R&D en matière de défense.

Source : Bureau central des statistiques.

de l'OCDE au regard de la répartition du financement public par objectif et se situe en bas du classement en matière de recherche dans les domaines de la santé, de la qualité environnementale et du développement des infrastructures.

La recherche universitaire en Israël est principalement tournée vers la recherche fondamentale et, dans une moindre mesure, la recherche appliquée et les partenariats avec l'industrie. L'augmentation des fonds généraux des universités et de la recherche non orientée devrait donner un sérieux coup d'élan à la recherche fondamentale, qui représentait 16 % de la recherche en 2006 mais seulement 13 % en 2013 (figure 16.7).

En 2012, on comptait 77 282 chercheurs en équivalent temps plein (ETP), dont 82 % avaient une formation universitaire (parmi eux, 10 % étaient ingénieurs et techniciens et 8 % possédaient d'autres qualifications). Huit sur 10 (83,8 %) étaient employés dans le secteur commercial, 14,4 % dans l'enseignement supérieur, 1,1 % dans le secteur public et 0,7 % dans les institutions sans but lucratif.

En 2011, les femmes représentaient 28 % du personnel universitaire de haut niveau, soit 5 % de plus qu'au cours de la décennie précédente (25 % en 2005) [Figure 16.8]. En dépit de certains progrès, les femmes demeurent sous-représentées dans les domaines des sciences de l'ingénieur (14 %), des sciences physiques (11 %), des mathématiques et des sciences informatiques (10 %) par rapport à l'enseignement (52 %) et aux professions paramédicales (63 %).

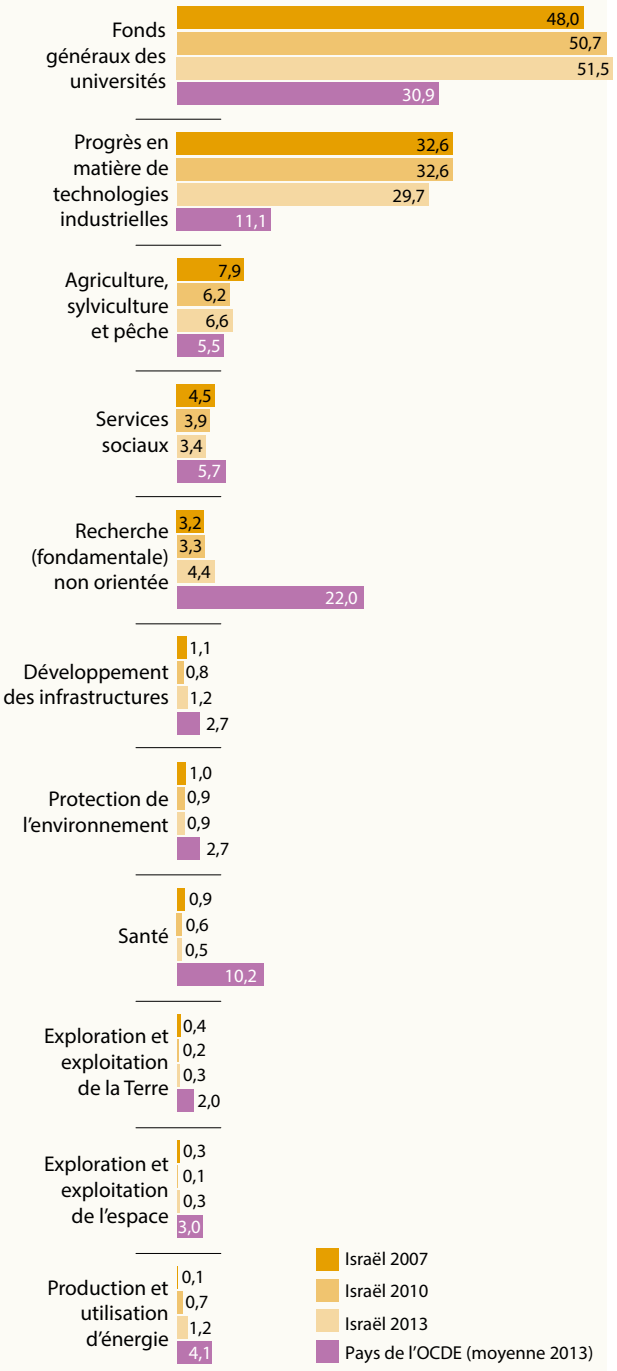
TENDANCES EN MATIÈRE DE GOUVERNANCE DE LA STI

Un plan de six ans pour réformer l'enseignement supérieur

L'enseignement supérieur israélien est réglementé par le Conseil de l'enseignement supérieur (CHE) et son Comité de planification et de budgétisation. Ce dernier élabore, de concert avec le Ministère des finances, un plan pluriannuel régissant le secteur et déterminant les objectifs stratégiques et les budgets nécessaires pour les atteindre. En 2015, l'allocation annuelle versée par le gouvernement aux universités s'élevait à 1,75 milliard de

Figure 16.6 : **: Dépenses publiques en R&D en Israël, par objectif socioéconomique important, 2007, 2010 et 2013 (%)**

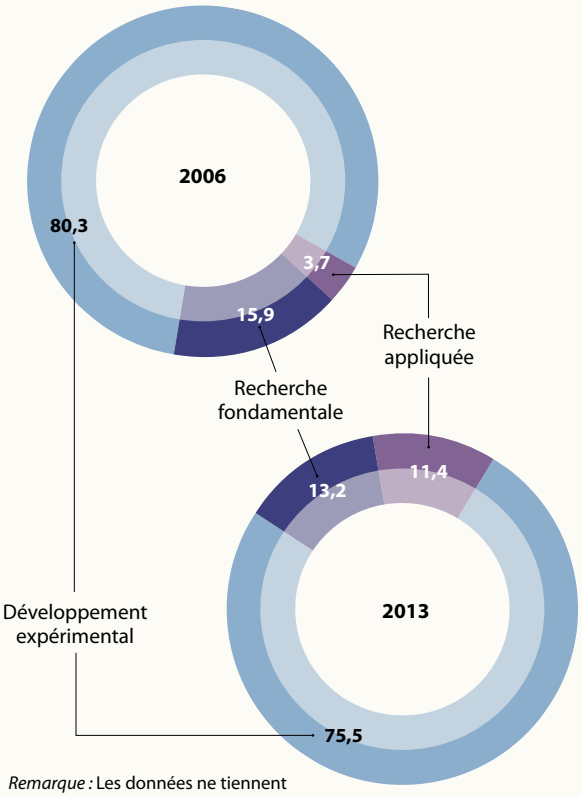
Les données relatives aux pays de l'OCDE sont indiquées à titre de comparaison



Remarque : Les données relatives à Israël ne tiennent pas compte de la R&D dans le domaine de la défense et présentent une forte divergence avec les pays de l'OCDE dans deux catégories : la recherche liée à la santé et la recherche non orientée. Dans le premier cas, le faible pourcentage peut s'expliquer par le fait qu'en Israël, la responsabilité de la R&D en milieu hospitalier incombe au secteur privé et non au gouvernement. Dans le deuxième cas, l'écart entre le pourcentage élevé de l'OCDE (22 %) et celui nettement plus faible d'Israël (4,4 %) tient au fait que l'indicateur de l'OCDE couvre un large éventail de sujets.

Source : Adapté de Getz *et al.* (2013).

Figure 16.7 : **DIRD par type de recherche en Israël, 2006 et 2013 (%)**



Remarque : Les données ne tiennent pas compte de la R&D dans le domaine de la défense.

Source : Institut de statistique de l'UNESCO, juin 2015.

dollars des États-Unis , soit entre 50 et 75 % de leur budget de fonctionnement ; les frais d'inscription des étudiants, fixés au tarif unique d'environ 2 750 dollars par an, complètent ce budget.

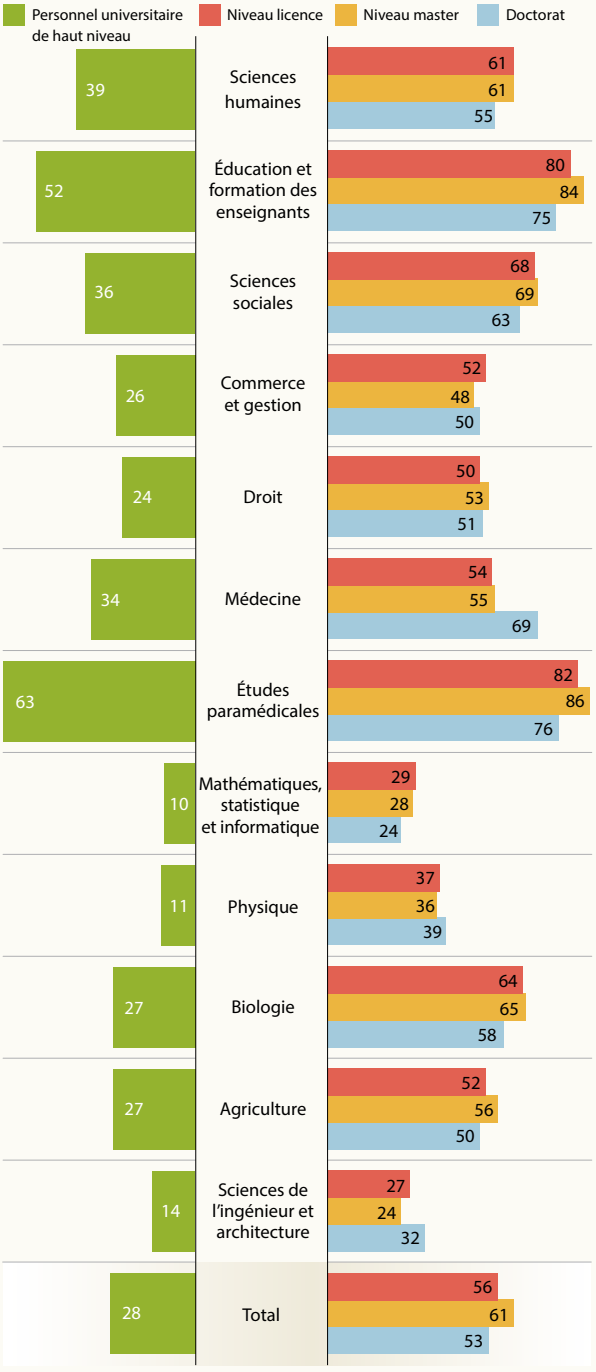
Le *Sixième plan de l'enseignement supérieur* (2011-2016) prévoit une augmentation de 30 % du budget du Conseil éponyme. Il modifie en outre le modèle de budgétisation du Comité de planification et de budgétisation en accordant une importance accrue à l'excellence dans le domaine de la recherche et en adoptant des mesures quantitatives relatives au nombre d'étudiants. 75 % du budget du comité, soit 7 milliards de nouveaux sheqalim israéliens (NSI) sur six ans, sont désormais alloués aux établissements de l'enseignement supérieur.

Au cours de l'année universitaire 2012-2013, on recensait 4 066 professeurs d'université. Le Comité de planification et de budgétisation a fixé des objectifs ambitieux en matière de recrutement : 1 600 professeurs universitaires de haut niveau supplémentaires sur six ans – la moitié d'entre eux occupant de nouveaux postes et l'autre moitié remplaçant des collègues partis en retraite. Le corps enseignant universitaire enregistrera ainsi une augmentation nette de plus de 15 %. Quatre cents nouveaux postes seront créés dans les écoles supérieures, soit une hausse nette de 25 %. Les procédures de recrutement habituelles seront mises en place ; en ce qui concerne les domaines de recherche spécifiques, le programme des centres israéliens d'excellence pour la recherche décrit ci-après (encadré 16.1) canalisera les recrutements.

L'augmentation sensible du corps enseignant a pour but de réduire le ratio étudiants-professeur d'université à 21,5/1 contre 24,3/1 à l'heure actuelle et à 35 élèves par professeur d'école supérieure contre 38/1 aujourd'hui.

Cette mesure, couplée à l'amélioration des infrastructures de recherche et d'enseignement et à l'augmentation des fonds

Figure 16.8 : **Proportion de femmes dans la population étudiante israélienne (2013) et au sein du personnel universitaire de haut niveau (2011) [%]**



Source : Bureau central des statistiques.

compétitifs soutenant la recherche, devrait permettre de mettre un frein à la fuite des cerveaux en permettant aux meilleurs chercheurs israéliens, émigrés ou pas, de poursuivre leur carrière en Israël au sein d'institutions de haut niveau.

Le nouveau dispositif budgétaire décrit ci-dessus s'intéresse principalement aux infrastructures humaines et de recherche dans les universités. La plupart des infrastructures physiques (par exemple, les bâtiments) et scientifiques (comme les laboratoires et l'équipement onéreux) des universités sont financées par les dons philanthropiques émanant en grande partie de la communauté juive américaine (CHE, 2014), grâce à laquelle les universités ont pu jusqu'à présent pallier le manque de financement public. Mais cette source de financement est susceptible de diminuer sensiblement ces prochaines années. Si le gouvernement n'investit pas davantage dans les infrastructures de recherche, le secteur universitaire israélien ne sera pas en mesure de relever les défis du XXIe siècle, et n'en aura pas les moyens. C'est là une grande source de préoccupation.

Un regain d'intérêt pour la R&D universitaire

Le *Sixième plan de l'enseignement supérieur* a lancé en 2011 le programme des Centres de recherche d'excellence (I-CORE) [encadré 16.1]. Reflétant un regain d'intérêt pour la R&D universitaire, il s'agit peut-être du signe le plus clair du changement de cap politique du gouvernement. Ce programme novateur prévoit la création de pôles interinstitutionnels rassemblant les meilleurs chercheurs dans des domaines spécifiques et le retour au pays des jeunes scientifiques israéliens émigrés. Chaque centre est doté d'infrastructures de recherche de pointe. Le *Sixième plan* investit 300 millions de NSI sur six ans dans l'amélioration et la rénovation des infrastructures universitaires et de recherche.

Israël n'a pas de politique de STI « globale » optimisant les priorités et régissant l'allocation des ressources, mais met cependant en œuvre de facto un ensemble informel de bonnes pratiques associant des processus ascendants et descendants par le biais de bureaux gouvernementaux, comme celui du scientifique en chef ou du Ministre des sciences, de la technologie et de l'espace, et d'organisations ad hoc comme le forum Telem (voir p. 420). Les centres israéliens d'excellence pour la recherche ont recours à un processus ascendant de sélection des projets (encadré 16.1).

Une pénurie de professionnels se profile à l'horizon

Pendant l'année universitaire 2012-2013, 34 % des diplômes universitaires de niveau licence obtenus en Israël relevaient de domaines scientifiques et technologiques. Ce pourcentage est comparable à celui de la République de Corée (40 %) et de la plupart des pays occidentaux (environ 30 % en moyenne). La proportion de diplômés israéliens dans les domaines scientifiques et technologiques est légèrement inférieure au niveau des masters (27 %) mais est considérable pour ce qui est des doctorats (56 %).

Dans certains domaines, le vieillissement des scientifiques et des ingénieurs est indéniable. Ainsi, environ trois quarts des chercheurs en sciences physiques ont plus de 50 ans, une proportion encore plus élevée chez les techniciens et dans le domaine de l'ingénierie pratique. Ces prochaines années, la pénurie de personnel professionnel constituera un problème majeur pour le système d'innovation national ; la demande

Encadré 16.1 : Les Centres israéliens d'excellence pour la recherche

Lancé en 2011, le programme des Centres de recherche israéliens d'excellence (I-CORE) est géré conjointement par le Comité de planification et de budgétisation du Conseil de l'enseignement supérieur et la Fondation israélienne pour la science.

Jusqu'à présent, 16 centres ont été créés en deux temps dans des domaines de recherche variés : : 6 sont spécialisés dans les sciences de la vie et la médecine, 5 dans les sciences exactes et l'ingénierie, 3 dans les sciences sociales et 2 dans les sciences humaines. Chaque centre d'excellence a été sélectionné à l'issue d'un examen par les pairs réalisé par la Fondation israélienne pour la science. En mai 2014, environ 60 jeunes chercheurs ont rejoint ces centres ; nombre d'entre eux avaient précédemment travaillé à l'étranger.

Les sujets de recherche de chaque centre font l'objet d'un vaste processus ascendant de consultations auprès de la communauté universitaire israélienne afin de garantir qu'ils reflètent les priorités pertinentes et les intérêts scientifiques des chercheurs israéliens.

Le financement du programme I-CORE est assuré par le Conseil de l'enseignement supérieur, les institutions d'accueil et les partenaires commerciaux stratégiques. Le budget total s'élève à 1,35 milliard de NSI (365 millions de dollars É.-U.).

L'objectif d'origine était d'établir pas moins de 30 centres d'excellence pour la recherche dans le pays d'ici 2016. Cependant, la création des 14 centres restants a provisoirement été suspendue par manque de capital externe.

En 2013-2014, le budget du Comité de planification et de budgétisation pour l'ensemble du programme I-CORE s'élevait à 87,9 millions de NSI, soit environ 1 % du budget total de l'enseignement supérieur pour cette même période. Ces fonds s'avèrent insuffisants pour créer une masse critique de chercheurs dans différents domaines et ne permettent par conséquent pas d'atteindre les objectifs du programme. Depuis 2011, le gouvernement a augmenté chaque année son soutien aux centres d'excellence au fur et à mesure de la création de nouveaux centres ; son financement devrait atteindre 93,6 millions de NSI en 2015-2016 et retomber à 33,7 millions en 2017-2018. D'après le modèle de financement, le soutien du gouvernement devrait représenter un tiers du financement total, un autre tiers étant pris en charge par les universités participantes et le dernier par les investisseurs ou les donateurs.

Source : Conseil de l'enseignement supérieur (2014).

croissante d'ingénieurs et de techniciens a d'ores et déjà commencé à surpasser l'offre.

Suite à la vague d'immigration juive des pays de l'ex-Union soviétique dans les années 1990 et à la hausse subséquente de la demande éducative, de nombreux établissements d'enseignement supérieur ont ouvert leurs portes et l'accès aux universités et aux écoles supérieures est aujourd'hui pratiquement universel (CHE, 2014). Les minorités arabe et ultra-orthodoxe sont toutefois peu présentes dans le milieu universitaire. Le *Sixième plan de l'enseignement supérieur* s'attache à encourager les groupes minoritaires à entreprendre des études supérieures. Deux ans après la mise en place, fin 2012, du programme *Mahar* ciblant la population ultra-orthodoxe, on recense 1 400 nouveaux étudiants en troisième cycle. Douze nouveaux programmes pour les étudiants ultra-orthodoxes ont depuis été mis en place, dont trois dans des campus universitaires. Parallèlement, le Programme pour le pluralisme et l'égalité des chances dans l'enseignement supérieur s'attache à lever les obstacles à l'intégration de la minorité arabe dans l'enseignement de troisième cycle. Ses activités couvrent, entre autres, la prestation de services d'orientation dans l'enseignement secondaire, la préparation aux études universitaires et la fourniture d'une assistance complète aux étudiants de première année, qui sont souvent nombreux à décrocher. Le programme renouvelle par ailleurs le fonds *Ma'of*, qui soutient les jeunes membres arabes éminents du corps professoral. Depuis le lancement du programme en 1995, le fonds *Ma'of* a ouvert la titularisation à près de 100 professeurs arabes, qui deviennent des modèles pour les jeunes étudiants arabes entamant leur propre carrière universitaire.

Vivre sur les vestiges du passé ?

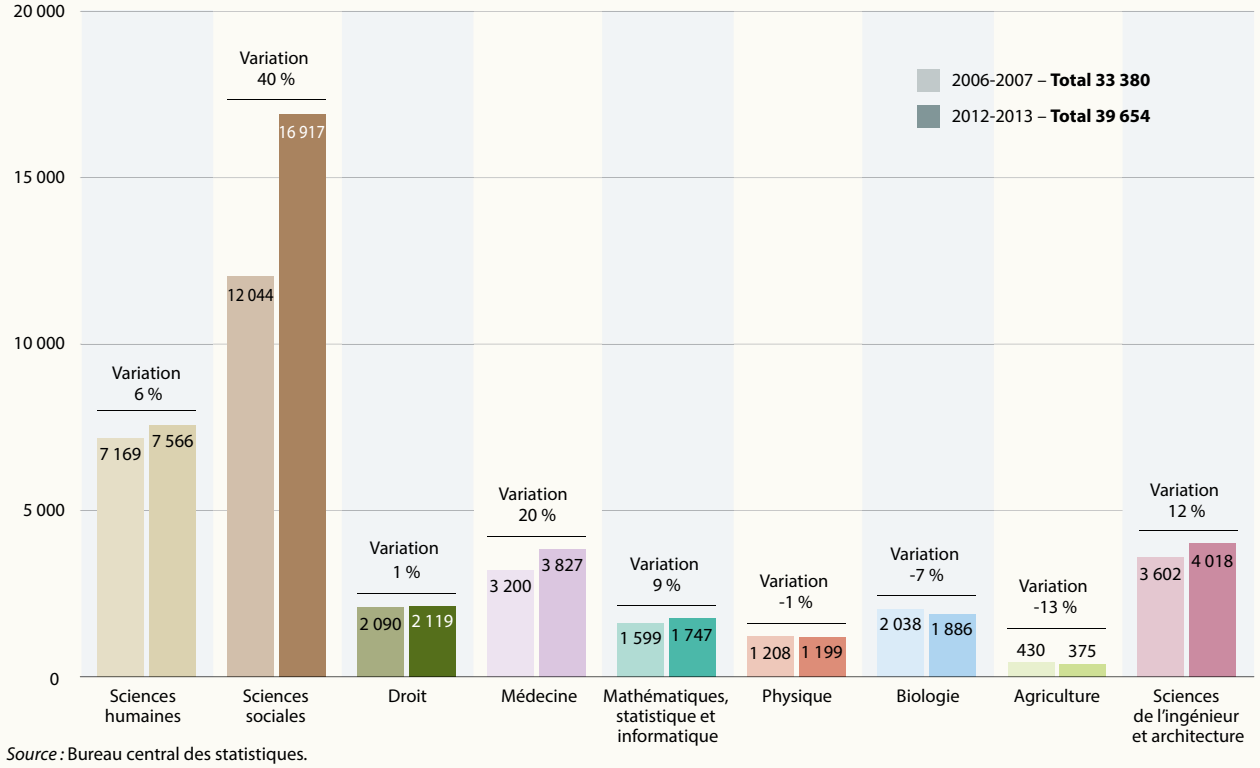
L'une des critiques avancées à l'encontre du système de l'enseignement supérieur actuel concerne le fait qu'Israël vit sur les vestiges du passé, à savoir les lourds investissements dans l'enseignement primaire, secondaire et tertiaire des années 1950, 1960 et 1970 (Frenkel et Leck, 2006). Entre 2007 et 2013, le nombre de diplômés en sciences physiques, biologiques et agricoles a chuté, alors même que le nombre total de diplômés universitaires a augmenté de 19 % (pour atteindre 39 654) [figure 16.9].

Des données obtenues récemment dans le cadre de l'évaluation des élèves israéliens de 15 ans menée par le Programme international de l'OCDE pour le suivi des acquis des élèves (PISA) révèlent qu'Israël obtient des résultats inférieurs à ceux d'autres pays de l'OCDE dans les matières principales que sont les mathématiques et les sciences. Les dépenses publiques dans l'enseignement primaire sont également inférieures à la moyenne de l'OCDE. Le budget public consacré à l'éducation représentait 6,9 % du PIB en 2002 mais seulement 5,6 % en 2011. La part de ce budget destinée à l'enseignement supérieur est demeurée stable (16-18 %) mais est passée sous la barre de 1 % du PIB (figure 16.10). La détérioration de la qualité de l'enseignement à tous les niveaux d'éducation et l'absence d'exigences strictes incitant les élèves à aspirer à l'excellence sont des sujets de préoccupation.

Universités de recherche : la clef de voûte de l'enseignement supérieur

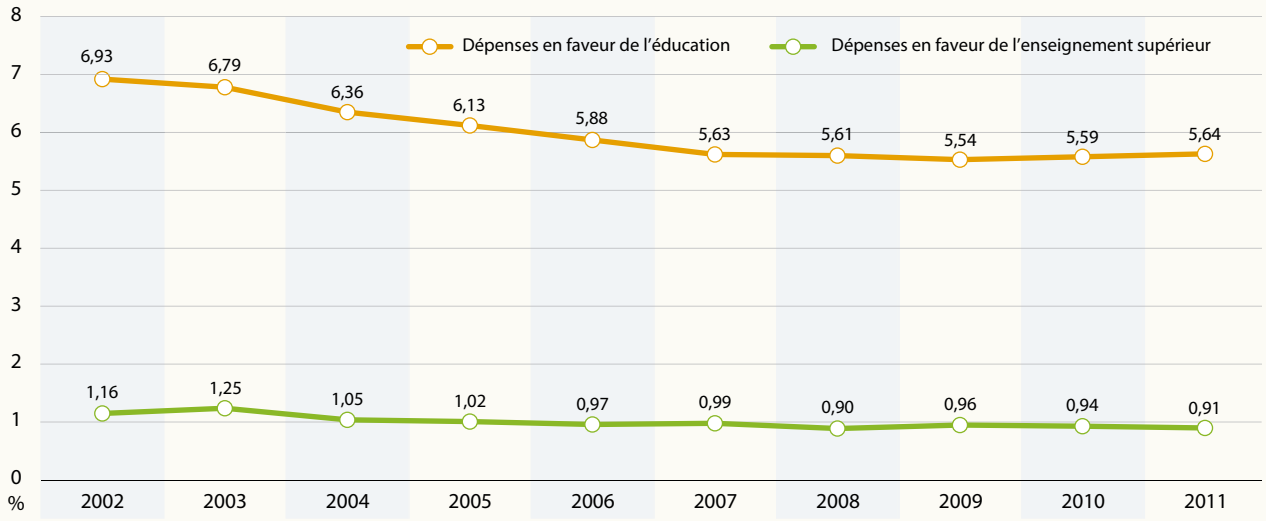
Sept universités de recherche constituent la clef de voûte du système national de l'enseignement supérieur : l'Université hébraïque de Jérusalem, l'Institut technologique israélien

Figure 16.9 : **Diplômés universitaires en Israël, par domaine d'étude, 2006-2007 et 2012-2013**



Source : Bureau central des statistiques.

Figure 16.10 : **Part des dépenses destinées au secteur éducatif dans le PIB israélien, 2002-2011 (%)**



Source : Institut de statistique de l'UNESCO, avril 2015

du Technion, l'Université de Tel-Aviv, l'Institut Weizmann des Sciences, l'Université Bar-Ilan, l'Université de Haïfa et l'Université Ben Gourion du Néguev.

En 2014, les six premières figuraient dans le classement mondial de Shanghai[4] des 500 meilleures universités au monde[5] ainsi que dans le classement des 200 meilleures universités en informatique[6]. Trois universités de recherche israéliennes se situaient parmi les 75 meilleures en mathématiques et quatre parmi les 200 meilleures en physique et en chimie.

Au cours de la période 2007-2014, les projets israéliens bénéficiant des bourses *Starting Grants* du Conseil européen de la recherche (CER) [voir encadré 9.1] ont enregistré un taux de réussite de 17,6 % (142 projets financés), plaçant Israël au deuxième rang derrière la Suisse. Entre 2008 et 2013, Israël se classait au neuvième rang des bourses *Advanced Grants* du CER avec 85 projets financés, soit un taux de réussite de 13,6 %. Depuis 2009, deux universitaires israéliens ont reçu le prix Nobel : en 2009, la professeure Ada E. Yonath pour ses études sur la structure et la fonction du ribosome et en 2011, le professeur Dan Shechtman pour sa découverte des quasi-cristaux en 1984. Cela porte à huit le nombre total d'Israéliens nobélisés en sciences.

Stagnation du volume de publications

Le volume de publications israéliennes stagne depuis dix ans. Par conséquent, le nombre de publications israéliennes par million d'habitants suit la même tendance : entre 2008 et 2013, il a chuté de 1 488 à 1 431, reflétant la constance relative de la production scientifique par rapport à la croissance démographique relativement élevée (1,1 % en 2014) pour un pays développé et la croissance quasi nulle du nombre de chercheurs ETP dans les universités.

Les publications israéliennes affichent un taux élevé de citation et une grande partie d'entre elles compte parmi les 10 % les plus fréquemment citées (figure 16.11). Autre fait saillant, les publications corédigées avec des auteurs étrangers représentent presque le double de la moyenne de l'OCDE, ce qui est souvent le cas des petits pays dotés de systèmes scientifiques développés. Si les États-Unis et l'UE sont les principaux collaborateurs des scientifiques israéliens, on constate une forte progression de la Chine, l'Inde, la République de Corée et Singapour ces dernières années.

Entre 2005 et 2014, la production israélienne en matière de sciences de la vie était particulièrement prolifique (figure 16.11). Les universités se distinguent dans les sciences informatiques, mais les publications dans ce domaine s'inscrivant généralement dans le cadre de conférences, elles ne sont pas incluses dans la plateforme de recherche Web of Science.

Quatre domaines de recherche prioritaires qui auront un impact sur la vie quotidienne

La Fondation israélienne pour la science est la principale source de financement de la recherche en Israël ; l'Académie des sciences et des humanités lui apporte un soutien administratif. La Fondation accorde des subventions par voie de concours dans trois domaines : les sciences exactes et la technologie ; les sciences de la vie et la médecine ; et les sciences humaines et sociales. Les autres sources de financement sont les fondations binationales, comme la Fondation binationale américano-israélienne pour la science (créée en 1972) et la Fondation germano-israélienne pour la recherche et le développement scientifiques (1986).

Le Ministère des sciences, de la technologie et de l'espace finance des centres thématiques de recherche et est

4. Classement de Shanghai des 500 meilleures universités au monde, 2014.

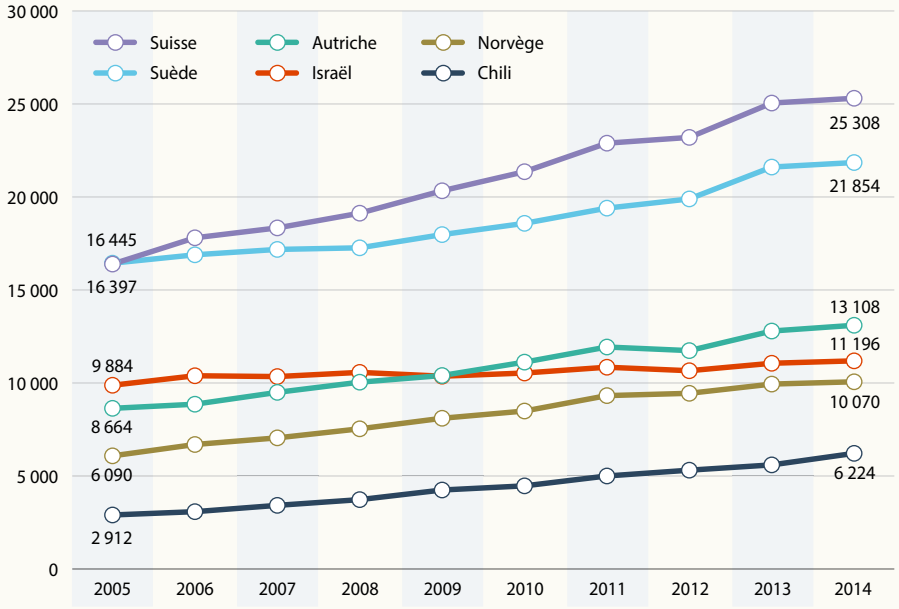
5. L'Université hébraïque de Jérusalem et le Technion étaient classés parmi les 100 premiers établissements ; l'Université de Tel-Aviv et l'Institut Weizmann parmi les 200 premiers.

6. Le Technion et l'Université de Tel-Aviv figuraient parmi les 20 premiers ; l'Université hébraïque de Jérusalem et l'Institut Weizmann parmi les 75 premiers.

Figure 16.11 : **Tendances en matière de publications scientifiques en Israël, 2005-2014**

Les publications israéliennes ont enregistré une faible croissance depuis 2005

Les données relatives aux pays de dimension économique semblable sont indiquées à titre de comparaison



1,15

Taux moyen de citation des publications scientifiques israéliennes en 2008-2012 ; la moyenne de l'OCDE est de 1,08

11,9 %

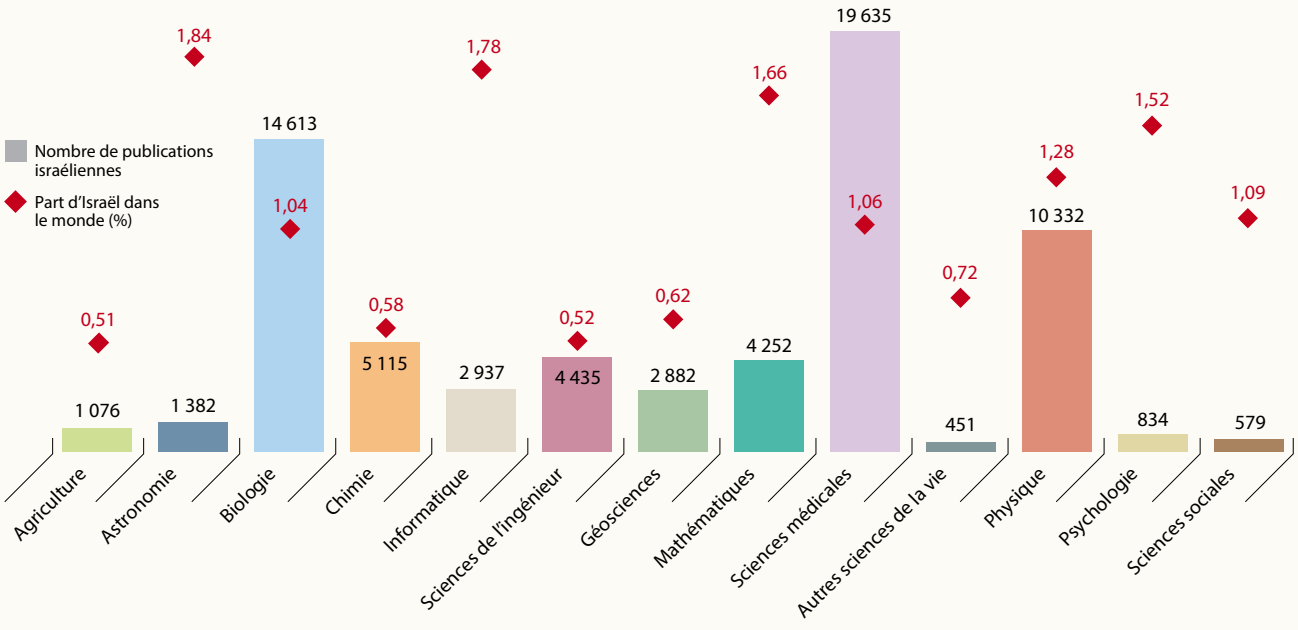
Pourcentage de publications israéliennes figurant parmi les 10 % les plus citées en 2008-2012 ; la moyenne de l'OCDE est de 11,1 %

49,3 %

Pourcentage de publications israéliennes ayant au moins un coauteur étranger en 2008-2014 ; la moyenne de l'OCDE est de 29,4 %

Israël se spécialise dans les sciences de la vie et la physique

Totaux cumulés par discipline, 2008-2014



Remarque : 6 745 publications supplémentaires ne sont pas classées. Israël accueille 0,1 % de la population mondiale.

Les scientifiques israéliens collaborent principalement avec les États-Unis et les pays de l'UE

Principaux partenaires étrangers, 2008-2014 (nombre de publications)

	1er partenaire	2e partenaire	3e partenaire	4e partenaire	5e partenaire
Israël	États-Unis (19 506)	Allemagne (7 219)	Royaume-Uni (4 895)	France (4 422)	Italie (4 082)

Source : Plate-forme de recherche Web of Science de Thomson Reuters, Science Citation Index Expanded ; traitement des données par Science-Metrix.

responsable de la coopération scientifique internationale. Le Programme national d'infrastructure du ministère vise à créer une masse critique de connaissances dans les domaines prioritaires nationaux et à former la nouvelle génération de scientifiques. Les subventions de recherche, les bourses et les centres de connaissances constituent la plupart des investissements dont il bénéficie. Plus de 80 % du budget du ministère est destiné à la recherche dans les établissements universitaires et les instituts de recherche, et à la rénovation des infrastructures scientifiques (amélioration des installations existantes et création de nouvelles installations).

En 2012, le ministère a décidé d'investir 120 millions de NSI sur trois ans dans quatre domaines prioritaires de la recherche : les neurosciences ; le calcul intensif et la cybersécurité (encadré 16.2) ; l'océanographie ; et les carburants de substitution. Un panel d'experts dirigé par le scientifique en chef du Ministère des sciences, de la technologie et de l'espace a choisi ces quatre disciplines susceptibles d'avoir les plus grandes répercussions pratiques sur la vie des citoyens israéliens à l'avenir.

Hausse du financement de la recherche spatiale

En 2012, le Ministère des sciences, de la technologie et de l'espace a sensiblement augmenté ses investissements dans le programme spatial civil géré par l'Agence spatiale israélienne (ISA), portant ainsi le budget prévu de cette dernière à 180 millions de NSI sur trois ans, dont 65 millions ont été destinés à la promotion de la coopération entre les secteurs universitaire et industriel et 90 millions à la participation à des projets internationaux. En 2013, l'ISA a signé des contrats d'une valeur cumulée de 88 millions de NSI. Le reste du budget sera utilisé dans les années à venir.

Le programme spatial national a pour objectif de renforcer l'avantage comparatif d'Israël et de lui permettre de rejoindre les cinq premiers pays dans les domaines de la recherche et de l'exploration spatiales. Israël compte sur son expertise en matière de miniaturisation et de numérisation pour s'approprier de 3 à 5 % des 250 milliards de dollars des États-Unis du marché spatial mondial et générer des ventes à hauteur de 5 milliards de dollars en dix ans.

Encadré 16.2 : Israël lance une initiative en matière de cybersécurité

En 2013, des pirates informatiques ont lancé une cyberattaque et forcé la fermeture d'un important tunnel israélien pendant huit heures, provoquant de nombreux embouteillages. Les cyberattaques représentent une menace croissante en Israël et dans le monde entier.

En novembre 2010, le Premier Ministre chargeait une équipe spéciale de formuler des plans nationaux afin de hisser le pays au cinquième rang mondial de la cybersécurité.

Moins d'un an après, le 7 août 2011, le gouvernement a approuvé la création du Bureau national israélien de la cybersécurité (INCB), placé sous le contrôle du cabinet du Premier Ministre, afin de promouvoir l'industrie de la cyberdéfense israélienne. En 2012-2014, l'INCB a destiné 180 millions de NSI (environ 50 millions de dollars É.-U.) à la cyber-recherche et à la R&D civilo-militaire ; ces fonds servent en outre à développer le capital humain, et à créer des centres de cybersécurité dans les universités israéliennes, au financement duquel les universités participent.

En janvier 2014, le Premier Ministre, souhaitant transformer le pays en pôle mondial en la matière, a lancé CyberSpark, le centre israélien de la cyberinnovation. Situé dans la ville de Beer-Sheva afin de promouvoir le développement économique du sud du pays, CyberSpark rassemble les sociétés leaders de l'Internet, des multinationales et des universités, dont l'Université Ben Gourion du Néguev, des unités de technologies de la défense, des plateformes éducatives spécialisées et l'équipe nationale de préparation aux cyberévénements.

À peu près la moitié des sociétés présentes sont israéliennes et la plupart sont des PME. Parmi les multinationales, citons EMC2, IBM, Lockheed Martin et Deutsche Telekom. PayPal a récemment fait l'acquisition de la start-up israélienne CyActive et a fait part de son intention d'installer un deuxième centre de R&D spécialisé en cybersécurité au sein de CyberSpark. Ces dernières années, de nombreuses start-up israéliennes de cybersécurité ont été rachetées par des multinationales ; en 2014, Intellinx a ainsi été rachetée par Bottomline Technologies et Cyvera par Palo Alto Networks.

D'après des données récentes de l'INCB, le nombre de sociétés israéliennes de cyberdéfense a doublé au cours des cinq dernières années, pour atteindre environ 300 en 2014. Les sociétés israéliennes représenteraient 10 % des ventes mondiales, qui sont à l'heure actuelle estimées à 60 milliards de dollars des États-Unis.

Israël a quadruplé ses dépenses totales de R&D en cyberdéfense, qui sont passées de 50 millions en 2010 à 200 millions de dollars en 2014, soit environ 15 % du volume mondial.

Les exportations israéliennes de technologies de cybersécurité sont conformes à l'Arrangement de Wassenaar, un accord multilatéral sur le contrôle des exportations d'armes conventionnelles et de biens et technologies à double usage.

Source : Bureau national israélien de la cybersécurité ; CyberSpark ; Ministère de l'économie ; Ziv (2015)
Voir www.cyberspark.org.il.

Au cours des cinq prochaines années, l'ISA œuvrera à :

- Rejoindre l'Agence spatiale européenne en tant que membre associé ou à part entière ;
- Concevoir et promouvoir deux microsatellites de recherche ;
- Développer les connaissances en interne afin d'accroître les capacités manufacturières des systèmes et sous-systèmes spatiaux en Israël.

Le ministère promeut également la collaboration avec d'autres pays chefs de file dans le domaine de l'espace, dont les États-Unis, la Fédération de Russie, la France, l'Inde, l'Italie et le Japon, par l'intermédiaire de projets conjoints avec le secteur commercial.

Rendre la science plus accessible

Un autre objectif du ministère consiste à rendre la science plus accessible par la population générale, en particulier les citoyens vivant en périphérie et les jeunes. Les vecteurs de ce rapprochement sont les musées des sciences et les événements annuels organisés par les universités et les institutions scientifiques, comme la Nuit des chercheurs.

Depuis les années 1980, le ministère a en outre créé huit centres de R&D situés dans les périphéries sociales et géographiques en vue de stimuler le développement local et d'approfondir l'engagement communautaire à l'égard de la science et la technologie. Ces centres ont pour triple but d'attirer les jeunes scientifiques prééminents dans ces régions reculées, ainsi que de relever le niveau d'éducation des populations locales et de favoriser le développement économique de ces zones. Ces centres de R&D s'attachent à résoudre les problèmes locaux.

Une kyrielle de nouveaux programmes de financement

Les principaux programmes en cours gérés par le Bureau du scientifique en chef (OCS) du Ministère de l'économie sont : le Fonds de recherche et de développement ; *Magnet Tracks* (créé en 1994, voir tableau 16.3) ; *Tnufa* (2001) et le Programme des incubateurs (1991). Depuis 2010, le bureau a lancé plusieurs nouveaux programmes (OCS, 2015) :

- *Grand Challenges Israel (depuis 2014)* : contribution israélienne au programme Grand Challenges in Global Health (Grands défis en matière de santé) qui s'attache à résoudre les problèmes mondiaux liés à la sécurité alimentaire et à la santé dans les pays en développement ; Grand Challenges Israel octroie des subventions à hauteur de 500 000 NSI au stade de la validation du concept/l'étude de faisabilité ;
- *La R&D dans le domaine de la technologie spatiale (2012)* : favorise la R&D visant à trouver des solutions technologiques dans différents domaines ;
- *Incubateurs entrepreneuriaux technologiques (2014)* : encourage la technologie d'entreprise et soutient les start-up technologiques ;
- *Programme Magnet – Kamin (2014)* : apporte un soutien direct à la recherche appliquée universitaire qui présente un potentiel en matière d'application commerciale ;
- *Programme Cyber – Kidma (2014)* : promeut l'industrie de la cybersécurité israélienne ;
- *Cleantech - Centre des technologies des énergies renouvelables (2012)* : soutient la R&D à l'aide de projets fondés sur des partenariats public-privé dans le domaine des énergies renouvelables ;
- *Fonds pour les sciences de la vie (2010)* : finance les projets d'entreprises israéliennes, en particulier les sociétés biopharmaceutiques ; créé de concert avec le Ministère des finances et le secteur privé ;
- *Programme biotechnologie – Tzatam (2011)* : soutient la R&D dans les sciences de la vie en fournissant de l'équipement. Le scientifique en chef finance les organisations industrielles et le Comité de planification et de budgétisation fournit une assistance aux instituts de recherche ;
- *Investissements dans les industries de haute technologie (2011)* : incitent les institutions financières à investir dans les industries axées sur le savoir en s'appuyant sur la collaboration entre l'OCS et le Ministère des finances.

Le Forum de la recherche nationale et de l'infrastructure du développement (*Telem*) constitue une autre source de financement public de la recherche. Ce partenariat volontaire rassemble le Bureau du scientifique en chef du Ministère de l'économie, le Ministère des sciences, de la technologie et de l'espace, le Comité de planification et de budgétisation et le Ministère des finances. Les projets de *Telem*, financés par les ressources des membres du partenariat, s'attachent à mettre en place des infrastructures de R&D dans les domaines intéressant la plupart des partenaires.

Évaluation régulière des instruments stratégiques

Le Conseil de l'enseignement supérieur, le Conseil national de la recherche et du développement, l'OCS, l'Académie des sciences et des humanités et le Ministère des finances évaluent les différents instruments stratégiques en vigueur.

Ces dernières années, le programme *Magnet*[7], hébergé par l'OCS, a évalué plusieurs de ses instruments stratégiques, confiant la mission, dans la plupart des cas, à des instituts de recherche indépendants, à l'instar de l'Institut Samuel Neaman qui a évalué en 2010 le programme *Nofar*, un des sous-programmes de *Magnet*.

Nofar a pour but d'établir une passerelle entre la recherche fondamentale et la recherche appliquée avant que le potentiel commercial d'un projet n'attire l'attention de l'industrie. La principale recommandation de l'évaluation suggérait d'étendre le financement des programmes aux domaines technologiques émergents autres que la biotechnologie et la nanotechnologie (Getz *et al.*, 2010). L'OCS a suivi cette recommandation et a décidé de financer des projets dans les domaines des dispositifs médicaux, des technologies énergétiques et hydriques, et de la recherche multidisciplinaire.

Applied Economics, une société de conseil en gestion et en économie axée sur la recherche, a pour sa part évalué en 2008 la contribution du secteur de la haute technologie à la productivité économique en Israël. D'après ses conclusions, les sociétés

7. Magnet est l'acronyme hébreu de R&D générique non compétitive.

Tableau 16.3 : **Subventions du Bureau israélien du scientifique en chef, par programme de R&D, 2008-2013, en NSI**

Programme (année de création)	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Fonds de recherche et de développement (1984)	1 009,0	1 245,0	1 134,0	1 027,0	1 070,0	1 021,0
Magnet (1994)	159,0	199,0	159,0	187,0	134,0	138,0
Association d'usagers (1995)	3,2	2,7	0,8	3,2	0,7	1,6
Magneton (2000)	31,1	30,8	32,9	26,8	28,0	23,8
R&D des grandes sociétés (2001)	71,0	82,0	75,0	63,0	55,0	59,0
Nofar (2002)	5,0	7,8	6,9	7,6	6,9	6,2
Aide aux industries traditionnelles (2005)	44,9	79,5	198,3	150,0	131,0	80,8
Centres de R&D (2010)	4,6	14,8	10,9	7,6	8,6	8,2
Cleantech (2012)	65,4	95,4	100,7	81,9	84,4	105,6

Source : OCS, 2015.

bénéficiant du soutien de l'OCS affichent une productivité par employé 19 % plus élevée que les sociétés « homologues » qui en sont privées (Lach *et al.*, 2008). La même année, un comité dirigé par Israel Makov s'est penché sur le soutien apporté par l'OCS à la R&D dans les grandes sociétés. Il a conclu que les incitations visant ces sociétés étaient justifiées du point de vue économique (Makov, 2014).

Les universités sollicitent 10 % des brevets israéliens

Depuis les années 1990, la traditionnelle double mission des universités (enseignement et recherche) s'est élargie pour en inclure une troisième : l'engagement auprès de la société et de l'industrie. Cette évolution est le corollaire de l'essor du secteur électronique et des services informatiques, ainsi que de l'augmentation du nombre de personnels de R&D suite à la vague d'immigration en provenance de l'ancienne Union soviétique.

Aucune législation ne réglemente le transfert de connaissances du secteur universitaire au grand public et à l'industrie en Israël. Néanmoins, le gouvernement israélien exerce une influence sur l'élaboration des politiques des universités et le transfert de technologie par le biais, d'une part, de réglementations et, d'autre part, d'incitations et de subventions dans le cadre de programmes tels que *Magnet* et *Magneton* (tableau 16.3). Les initiatives menées en 2004 et 2005 pour adopter des lois encourageant le transfert de connaissances et de technologie au profit du grand public ayant échoué, chaque université a depuis défini ses propres politiques (Elkin-Koren, 2007).

Toutes les universités de recherche israéliennes comptent des bureaux consacrés au transfert de technologie. Des recherches récentes réalisées par l'Institut Samuel Neaman révèlent que la part des demandes de brevets émanant des universités représentait 10 à 12 % du total national (Getz *et al.*, 2013). Ce pourcentage, l'un des plus élevés au monde, est en grande partie l'œuvre des bureaux de transfert de technologie des universités.

L'un d'entre eux, Yeda, qui relève de l'Institut Weizmann, est le troisième le plus rentable[8] au monde (Weinreb, 2013). L'Institut Weizmann des Sciences et Teva Pharmaceutical Industries, mettant en place une collaboration exemplaire entre secteurs universitaire et industriel, ont découvert et mis au point le Copaxone, un médicament pour le traitement de la sclérose en plaques. Le Copaxone est le médicament le plus vendu de Teva, totalisant 1,68 milliard de dollars des États-Unis au cours du premier semestre de 2011 (Habib-Valdhorn, 2011). Depuis l'approbation du médicament par le Secrétariat aux produits alimentaires et pharmaceutiques des États-Unis (FDA) en 1996, on estime que les redevances liées à la commercialisation de la propriété intellectuelle ont rapporté à l'Institut Weizmann près de 2 milliards de dollars. L'Institut technologique israélien du Technion a quant à lui développé un nouveau médicament révolutionnaire pour le traitement de la maladie de Parkinson, l'Azilect. Commercialisé par le bureau de transfert de technologie du Technion, la licence de fabrication a été accordée à Teva Pharmaceutical Industries. En 2014, la FDA a approuvé l'Azilect pour le traitement à tous les stades de la maladie de Parkinson. En d'autres termes, le médicament peut être utilisé en monothérapie ou polythérapie.

Une durabilité plus tangible de la politique de STI

Ces dernières années, les questions relatives à la durabilité et à l'environnement sont de plus en plus prises en considération dans la formulation des politiques générales de STI. Des facteurs internes et externes sont à l'origine de cette tendance. Les principaux moteurs internes sont la pénurie de terres pour le développement urbain et la nécessité de trouver des solutions aux problèmes que pose la croissance[9] démographique. Les moteurs externes sont, entre autres, les accords régionaux et internationaux sur l'environnement

8. L'Institut Weizmann doit à sa société de commercialisation, Yeda, qui met en vente plusieurs produits phares, environ 10 à 20 % de son budget annuel (470 millions de dollars É.-U.). D'après les estimations, le chiffre d'affaires annuel de Yeda s'élève à environ 50-100 millions de dollars des États-Unis (Weinreb, 2013).

9. Après un pic de 2,5 % en 2007 dû à une vague d'immigration, la croissance démographique annuelle a renoué avec un taux plus soutenable (1,1 %) en 2014.

signés par Israël, comme le *Protocole de Kyoto* visant à limiter l'ampleur du changement climatique (1997) et la *Convention pour la protection de la mer Méditerranée contre la pollution* (1976), qui établit de nouvelles normes et références environnementales (Golovaty, 2006 ; UNESCO, à paraître). Le Ministère de la protection de l'environnement a pour responsabilité de formuler une politique nationale intégrée en la matière.

Plusieurs instruments législatifs, dont la loi sur la croissance verte (2009) et la loi sur la réduction des émissions de gaz à effet de serre (2010), ainsi que des incitations économiques et à la R&D favorisent la durabilité et les politiques environnementales. Le gouvernement cible à la fois les secteurs public et privé et s'attache à atténuer les risques environnementaux et à maximiser son efficacité en développant de nouvelles technologies dans des domaines tels que les énergies renouvelables et le traitement de l'eau. Le Service des eaux et le Ministère de l'économie ont lancé ensemble un mécanisme pour couvrir l'investissement lié aux technologies innovantes en matière d'eau ; le gouvernement apporte 70 %, l'entrepreneur 15 % et la société locale de distribution d'eau 15 %. Israël dispose d'une des capacités de dessalement les plus importantes au monde et est en tête en ce qui concerne le recyclage de l'eau. Le pays a également mis au point un large éventail de technologies agricoles économes en eau. Environ 85 % des ménages ont recours à l'énergie solaire pour obtenir de l'eau chaude, soit 4 % de la capacité énergétique nationale. En 2014, Israël, fort de ses 300 sociétés nationales opérant dans ce domaine, est arrivé en tête du Global Cleantech Innovation Index (Indice mondial de l'innovation en matière de technologies propres). Parallèlement, des sources non renouvelables d'énergie et de gaz naturel sont en cours de développement afin d'assurer une plus grande indépendance énergétique (encadré 16.3).

Des objectifs associés à un développement plus durable

Depuis 2008, le gouvernement s'est fixé une série d'objectifs quantifiables relatifs au développement durable national :

- Réduction de 20 % de la consommation d'électricité d'ici 2020 (décision de septembre 2008) ;
- Production de 10 % de l'électricité au moyen de sources renouvelables d'ici 2020 moyennant une étape intermédiaire de 5 % en 2014, qui n'a pas été atteint (décision de janvier 2009) ;
- Réduction de 20 % des émissions de gaz à effet de serre d'ici 2020, soit plus que l'objectif assorti au scénario de statu quo pour 2020 (décision de novembre 2010) ;
- Élaboration d'un plan national de croissance verte pour la période 2012-2020 (décision d'octobre 2011).

Pour se donner les moyens d'atteindre ces objectifs, le gouvernement a lancé un programme national de réduction des émissions de gaz à effet de serre doté d'un budget total de 2,2 milliards de NSI (0,55 milliard de dollars É.-U.) pour la période 2011-2020. En 2011-2012, 539 millions de NSI (135 millions de dollars É.-U.) ont servi à financer les mesures suivantes :

- Réduction de la consommation électrique résidentielle ;
- Appui aux projets de réduction des émissions dans les secteurs industriel, commercial et public ;
- Soutien aux technologies israéliennes innovantes et respectueuses de l'environnement (40 millions de NSI) ;

Encadré 16.3 : Gaz naturel : l'occasion de développer les technologies et les marchés

Depuis 1999, d'importants gisements de gaz naturel ont été découverts au large des côtes israéliennes. Ce combustible fossile est devenu la première source de production d'électricité nationale et remplace progressivement le pétrole et le charbon. En 2010, 37 % de l'électricité était produite à partir du gaz naturel, soit des économies de 1,4 milliard de dollars des États-Unis pour l'État. Ce taux devrait dépasser les 55 % en 2015.

Par ailleurs, l'utilisation industrielle du gaz naturel en tant que source d'énergie et matière première connaît une expansion rapide, à l'instar des infrastructures connexes. Cela représente un avantage concurrentiel pour les sociétés qui réduisent leurs coûts énergétiques ainsi que les émissions nationales.

Depuis le début de l'année 2013, la quasi-totalité du gaz naturel consommé en Israël provient du champ de Tamar, géré par un partenariat privé israélo-américain. Fort de ses réserves de gaz naturel, estimées à environ 1 000 milliards de mètres cubes, Israël, dont les besoins énergétiques seront couverts pendant des décennies, est susceptible de devenir un important exportateur régional. En 2014, des accords d'exportation initiaux ont été signés avec l'Autorité palestinienne, la Jordanie et l'Égypte ; l'exportation de gaz naturel vers la Turquie et l'UE via la Grèce est également envisagée.

En 2011, le gouvernement a demandé à l'Académie des sciences et des humanités de constituer un groupe d'experts chargé d'étudier de manière exhaustive la stratégie à adopter au regard des derniers gisements découverts. Le groupe a recommandé de promouvoir la recherche dans le domaine des combustibles fossiles, de former des ingénieurs et de concentrer les recherches sur l'impact de la production de gaz sur l'écosystème de la mer Méditerranée. Le Centre israélien de recherche sur la mer Méditerranée a été créé en 2012 avec un budget initial de 70 millions de NSI ; de nouveaux programmes d'études y ont été mis en place afin de former des ingénieurs et d'autres professionnels de l'industrie du gaz et du pétrole.

Parallèlement, le Bureau du scientifique en chef, entre autres, compte utiliser l'industrie naissante du gaz naturel comme tremplin pour renforcer les capacités en matière de technologie de pointe et pour donner à l'innovation israélienne les moyens de cibler les marchés mondiaux du gaz et du pétrole.

Source : IEC (2014) ; EIA (2013).

- Promotion des codes de construction tenant compte de l'environnement, des constructions écologiques et des formations connexes ;
- Mise en place de programmes d'enseignement sur l'efficacité énergétique et la réduction des émissions ;
- Promotion de réglementations sur l'efficacité énergétique et réalisation d'enquêtes sur l'énergie.

En mai 2013, le programme, victime des coupes budgétaires nationales, a été suspendu pour une durée de trois ans. Il est prévu qu'il reprenne en 2016 pour huit ans. Au cours de ses trois premières années de fonctionnement, le projet a dégagé un bénéfice de 830 millions de NSI (207 millions de dollars É.-U.) :

- Réduction de 442 000 tonnes de gaz à effet de serre par an, assortie d'un bénéfice économique annualisé de 70 millions de NSI ;
- Réduction de 235 millions de kWh de la production d'électricité par an, et bénéfice économique annualisé de 515 millions de NSI ; et
- Réduction des émissions polluantes et des problèmes de santé connexes estimée à 244 millions de NSI.

En 2010, le gouvernement a mis en place un registre volontaire des émissions de gaz à effet de serre. En 2014, ce registre comptait plus de 50 organisations adhérentes qui comptabilisent environ 68 % des émissions de gaz à effet de serre en Israël. Le registre est conforme aux directives internationales.

TENDANCES EN MATIÈRE DE R&D DANS LE SECTEUR PRIVÉ

Une destination attractive pour les multinationales

Les industries israéliennes de haute technologie sont le fruit de l'essor fulgurant des sciences et technologies informatiques dans les années 1980 dans des pôles tels que la Silicon Valley et la Massachusetts Route 128 aux États-Unis, qui a précédé l'avènement de la haute technologie. Jusqu'alors, l'économie du pays était essentiellement basée sur l'agriculture, l'industrie minière et le secteur secondaire, dont le polissage des diamants et les industries du textile, des engrais et du plastique. Les investissements massifs des secteurs de la défense et de l'aérospatiale ont stimulé l'utilisation des nouvelles technologies et le renforcement du savoir-faire et ont ainsi permis à la haute technologie de s'implanter et de se développer en Israël avec le succès que l'on sait dans les domaines des dispositifs médicaux, de l'électronique, des télécommunications, des logiciels et du matériel informatiques, etc. (Trajtenberg, 2005). La forte immigration russe des années 1990 a également contribué au phénomène en multipliant par deux le nombre d'ingénieurs et de scientifiques du jour au lendemain.

À l'heure actuelle, Israël possède le secteur commercial à plus forte intensité de R&D au monde ; il représentait à lui seul 3,49 % du PIB en 2013. Les subventions par voie de concours et les incitations fiscales sont les deux principaux instruments stratégiques soutenant la R&D des entreprises. Grâce aux mesures incitatives du gouvernement et à la disponibilité d'un capital humain hautement qualifié, Israël attire les centres de R&D de multinationales de premier plan. L'écosystème national de la STI dépend à la fois de grandes sociétés d'investissement en R&D, de multinationales étrangères et de jeunes entreprises innovantes (OCDE, 2014).

D'après la base de données d'Israel Venture Capital, 264 centres étrangers de R&D sont actuellement actifs en Israël. Nombre d'entre eux appartiennent à de grandes multinationales qui ont acheté des sociétés, des technologies et du savoir-faire israéliens, les ont transformés par le biais de fusions et d'acquisitions et les ont intégrés dans leurs propres structures de recherche locales. Certains centres de R&D, comme ceux d'Intel, d'Applied Materials, de Motorola et d'IBM, sont fonctionnels depuis plus de 30 ans.

En 2011, les branches locales des centres étrangers de R&D employaient 33 700 salariés, dont les deux tiers se consacraient à la R&D (Bureau central des statistiques, 2014), et ont destiné 14,17 milliards de NSI à la R&D dans l'ensemble des domaines industriels, soit 17 % de plus qu'en 2010.

Un marché du capital-risque dynamique

Outre le dynamisme de ses start-up, Israël compte un marché du capital-risque florissant, qui a attiré 2 346 millions de dollars des États-Unis en 2013 (Centre de recherche IVC, 2014). Ces 10 dernières années, l'industrie du capital-risque a joué un rôle déterminant dans le développement du secteur de la haute technologie dans le pays. En 2013, la part du PIB relative au capital-risque levé par les sociétés israéliennes était plus élevée que dans les autres pays (figure 16.12). Aujourd'hui, Israël est considéré comme l'un des principaux pôles mondiaux de capital-risque derrière les États-Unis.

Plusieurs facteurs expliquent cette percée, comme les exemptions fiscales du capital-risque, les fonds établis conjointement avec de grandes banques et sociétés financières internationales et l'engagement d'entreprises importantes, désireuses de tirer profit de l'essor des sociétés israéliennes de haute technologie (BDO Israel, 2014). Certaines comptent parmi les plus importantes multinationales du monde : Apple, Cisco, Google, IBM, Intel, Microsoft, Oracle Siemens et Samsung (Breznitz et Zehavi, 2007 ; Centre de recherche IVC, 2014). Récemment, la part des investissements de capital-risque dans la croissance des sociétés a pris le pas sur les investissements de démarrage.

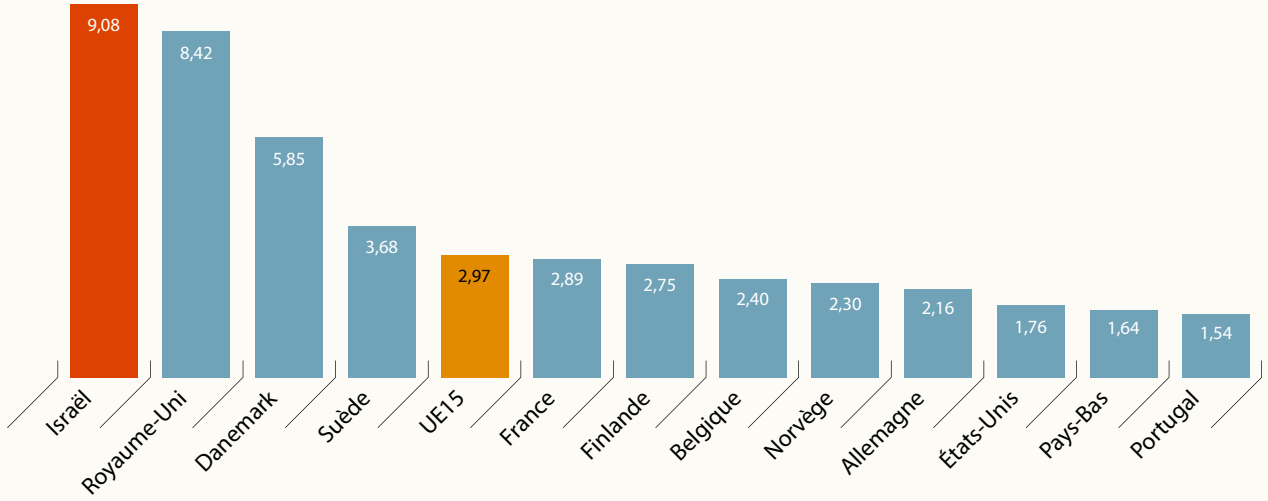
Près de 80 % des demandes de brevet déposées auprès de l'office israélien sont étrangères

En Israël, les droits de propriété intellectuelle couvrent les droits des auteurs et des interprètes, les marques déposées, les indicateurs géographiques, les brevets, les dessins industriels, les topographies de circuits intégrés, les droits d'obtention végétale et les secrets de fabrication. Les lois et pratiques des pays modernes, en particulier le droit anglo-américain, la législation émergente de l'UE et les propositions émanant d'organisations internationales influent sur la législation et la jurisprudence contemporaines israéliennes (OCDE, 2011).

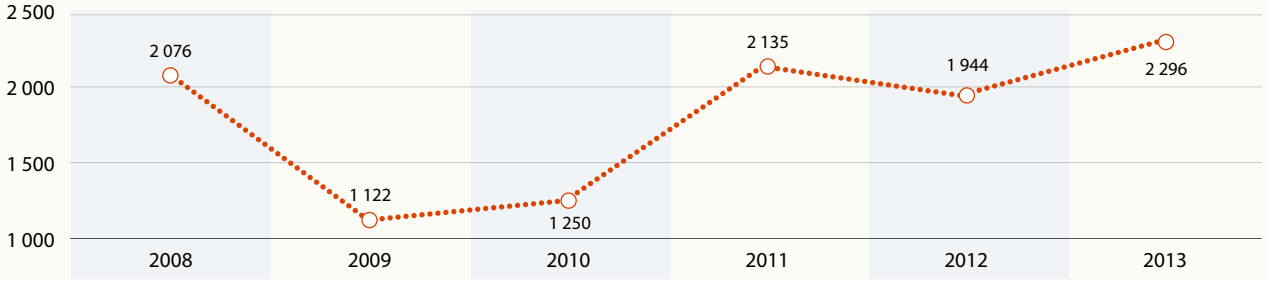
Israël a déployé des efforts concertés pour améliorer la capacité de l'économie à tirer parti du renforcement du système des droits de propriété intellectuelle. Citons, entre autres, l'augmentation

Figure 16.12 : **Capital-risque levé par des fonds israéliens, 2013**

Par millier d'unités de PIB



En millions de dollars des États-Unis



Source : Eurostat, OCDE (2014) ; Centre de recherche Israel Venture Capital.

des ressources de l'Office israélien des brevets, l'amélioration des activités d'exécution et la mise en œuvre de programmes afin de lancer sur le marché les projets financés par la recherche publique (OCDE, 2011).

Depuis 2002, près de 80 % des demandes de brevet déposées auprès de l'Office israélien sont étrangères (figure 16.13). Parmi les déposants étrangers, on trouve un grand nombre de sociétés pharmaceutiques, dont F. Hoffmann-La Roche, Janssen, Novartis, Merck, Bayer-Schering, Sanofi-Aventis et Pfizer, par ailleurs les principaux concurrents de la société israélienne Teva Pharmaceutical Industries.

En ce qui concerne le nombre de demandes de brevets déposées auprès de l'Office des brevets et des marques des États-Unis d'Amérique (USPTO) par pays de résidence du premier inventeur cité, Israël se classe au 10e rang (figure 16.14). Les inventeurs israéliens déposent plus de demandes auprès de l'USPTO (5 436 en 2011) qu'auprès de l'Organisation européenne des brevets (OEB) [leur nombre est passé de 1 400 en 2006 à 1 063 en 2011].

Cette préférence est largement due au fait que les centres de R&D étrangers implantés en Israël appartiennent pour la plupart à des sociétés américaines comme IBM, Intel, Sandisk, Microsoft, Applied Materials, Qualcomm, Motorola, Google ou Hewlett–Packard. Leurs inventions sont attribuées à Israël en tant qu'inventeur du brevet et non en tant que propriétaire (déposant ou cessionnaire).

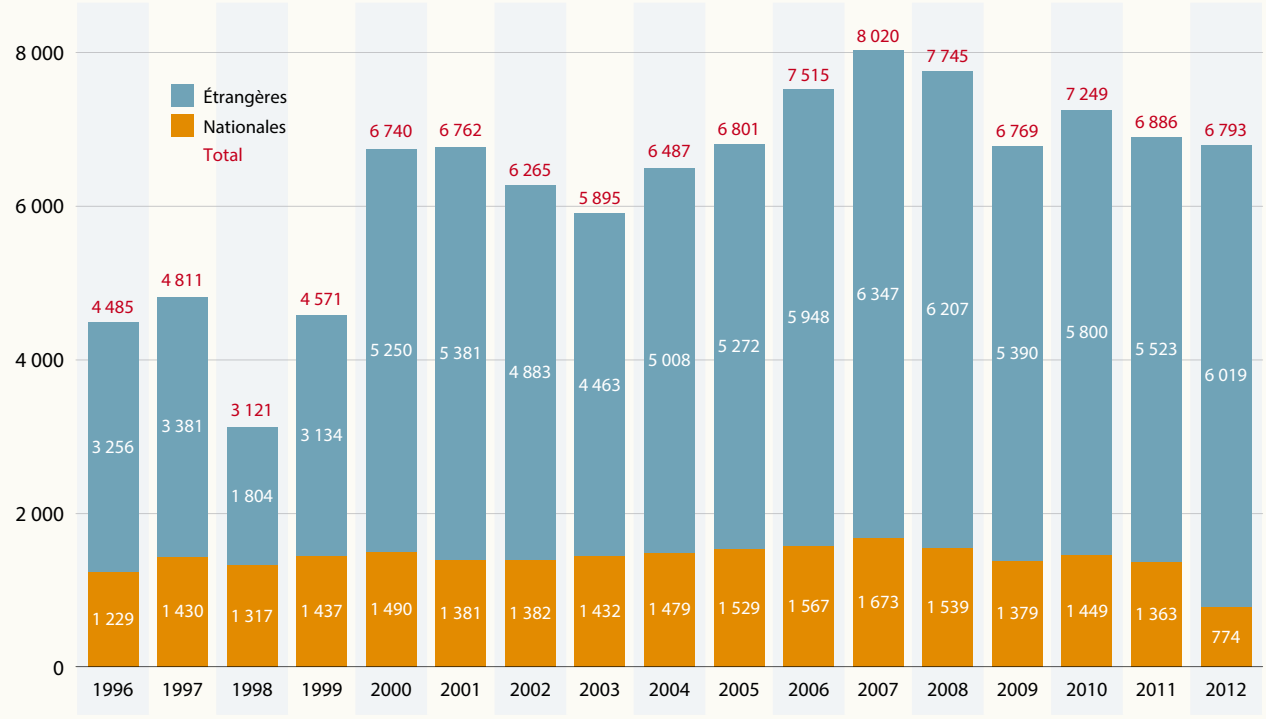
La perte de propriété intellectuelle au profit des multinationales tient surtout au fait que les meilleurs talents israéliens sont recrutés par les centres de R&D des multinationales. Si l'économie israélienne bénéficie de l'activité des filiales des multinationales au niveau, entre autres, de la création d'emplois, les avantages qu'elle en tire demeurent cependant relativement modestes comparés aux gains économiques que pourrait lui rapporter l'utilisation de la propriété intellectuelle pour soutenir et promouvoir le développement de sociétés israéliennes mûres et de taille respectable (Getz *et al.*, 2014 ; UNESCO, 2012).

TENDANCES EN MATIÈRE DE COOPÉRATION SCIENTIFIQUE

Une vaste collaboration internationale

Israël a noué des liens de collaboration avec un large éventail de pays, de régions et d'organisations internationales. L'Académie israélienne des sciences et des humanités a conclu des accords officiels avec 38 institutions (pour la plupart des académies nationales) de 35 pays européens, ainsi qu'avec des pays d'Amérique du Nord et du Sud, du sous-continent indien et de l'Asie du Sud-Est.

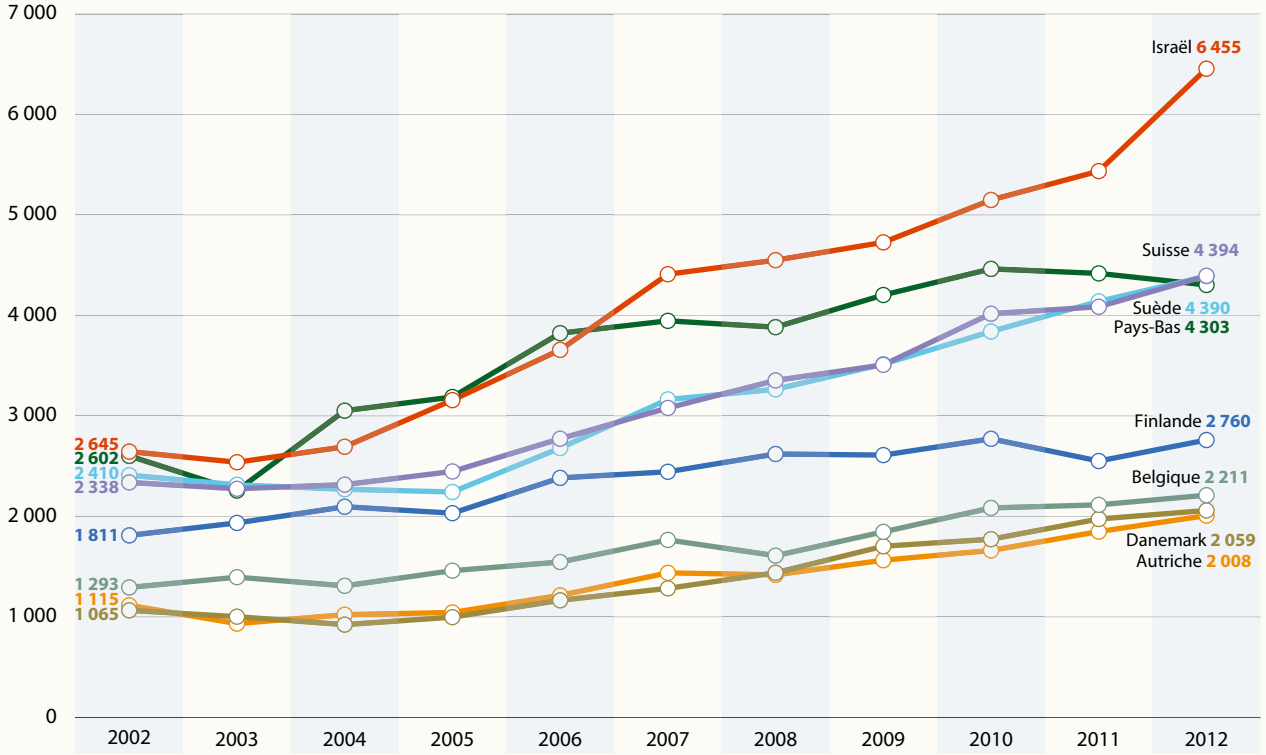
Figure 16.13 : **Demandes nationales et étrangères de brevets déposées auprès de l'Office israélien des brevets, 1996-2012**



Source : Office israélien des brevets.

Figure 16.14 : **Demandes israéliennes de brevets déposées auprès de l'USPTO, 2002-2012**

Par pays de résidence de l'inventeur ; les données relatives aux autres pays dont la population a une taille semblable sont indiquées à titre de comparaison



Remarque : Les deux pays arrivant en tête, à savoir les États-Unis et le Japon, ont déposé respectivement 268 782 et 88 686 brevets en 2012. Israël se situait au dixième rang mondial.
Source : USPTO.

Israël est associé aux programmes-cadres de recherche et d'innovation de l'UE depuis 1996. Entre 2007 et 2013, les institutions publiques et privées israéliennes ont apporté leur expertise scientifique à plus de 1 500 projets.

Israël a aussi participé à d'autres programmes de l'UE, entre autres du Conseil européen de la recherche et du Laboratoire européen de biologie moléculaire. Après avoir participé à ses activités depuis 1991 et être devenu un membre associé en 2011, Israël a adhéré à l'Organisation européenne pour la recherche nucléaire (CERN) en 2014. Le pays est également partenaire scientifique de l'Installation européenne de rayonnement synchrotron (ESRF) depuis 1999 ; l'accord renouvelé en 2013 pour un quatrième mandat de cinq ans augmente sensiblement la contribution d'Israël au budget de l'ESRF, qui passe de 0,5 à 1,5 %. Israël est également l'un des 10 membres fondateurs du Laboratoire européen de biologie moléculaire (1974).

En 2012, l'Institut Weizmann des Sciences et l'Université de Tel-Aviv sont devenus le septième centre de la nouvelle Infrastructure de biologie structurale intégrée (Instruct), rejoignant ainsi de prestigieuses institutions en Allemagne, en France, en Italie et au Royaume-Uni. Israël est l'un des 7 centres du Forum stratégique européen pour les infrastructures de recherche ; l'objectif est d'arriver à 40 centres, dont 7 en sciences biomédicales. Le volet biomédical d'Instruct vise à donner aux usagers paneuropéens un accès aux équipements et technologies de pointe ainsi qu'aux spécialistes de la biologie cellulaire et structurale afin de permettre à l'Europe de demeurer compétitive dans ce domaine de recherche crucial.

Israël est également l'un des pôles d'Elixir, qui dirige la collecte, le contrôle de la qualité et l'archivage de grands volumes de données biologiques issues d'expériences en sciences de la vie réalisées en Europe. Auparavant, seuls les chercheurs des pays dans lesquels ils avaient été générés avaient accès à certains ensembles de données hautement spécialisés.

Les États-Unis sont l'un des principaux partenaires d'Israël en matière de STI. Certains projets de collaboration sont financés par des fonds binationaux tels que la Fondation binationale pour la recherche et le développement industriels (BIRD) qui, d'après l'édition 2014 de son rapport annuel, a alloué des subventions à hauteur de 37 millions de dollars des États-Unis à des projets de R&D réunissant les États-Unis et Israël. Citons également le Fonds binational pour la recherche et le développement agricoles, la Fondation binationale américano-israélienne pour la science et la technologie et la Fondation binationale américano-israélienne pour la science. Le Centre industriel israélien de la R&D, qui dépend du Ministère de l'économie, met en œuvre des accords de partenariat bilatéral avec plusieurs États des États-Unis. Parmi les plus récents, citons les accords conclus avec l'État du Massachusetts (sciences de la vie et technologies propres) et l'État de New York (énergie, TIC et nanotechnologies) en 2011.

La collaboration de longue date entre Israël et l'Allemagne continue d'avoir le vent en poupe. Le budget annuel de la Fondation germano-israélienne pour la R&D (GIF) a ainsi augmenté de 4,8 millions d'euros par an entre 2010 et 2012 et de 5 millions par an entre 2014 et 2016. Ces deux dernières années, la fondation a alloué environ 12 millions d'euros annuels à son programme ordinaire et à son programme ciblant les jeunes scientifiques.

Le Centre industriel israélien de la R&D soutient les projets de collaboration par l'intermédiaire d'autres fonds binationaux, dont les Fondations binationales pour la recherche et le développement industriels liant Israël au Canada, à la Corée et à Singapour.

En 2006, les Ministères israélien et indien de l'agriculture ont signé un accord de coopération et de formation à long terme. Deux ans plus tard, un fonds agricole commun de 50 millions de dollars des États-Unis consacré à l'industrie laitière, aux technologies agricoles et à la micro-irrigation a vu le jour. En 2011, Israël et l'Inde ont signé un accord de coopération sur les systèmes urbains d'approvisionnement en eau. En mai 2013, un accord conclu entre les deux pays prévoyait la création de 28 centres d'excellence agricoles, dont les 10 premiers cultivent des mangues, des grenades et des agrumes. Opérationnels depuis mars 2014, ils offrent déjà aux agriculteurs des formations gratuites aux techniques agricoles efficaces, à l'instar de l'agriculture verticale, de la micro-irrigation et de la solarisation du sol.

En 2010, le Centre industriel israélien de la R&D a lancé le Programme sino-israélien de coopération pour la recherche et le développement industriels. Des accords de coopération industrielle ont également été conclus avec les provinces ou les municipalités de Jiangsu (2008), Shanghai (2011) et Shenzhen (2011). En 2005, Israël et l'Inde signaient le cadre commun de coopération pour la recherche et le développement industriels (i4RD).

En 2012, la Fondation israélienne pour la science et la Fondation chinoise des sciences naturelles ont conclu un accord prévoyant la création d'un fonds commun de coopération pour la recherche. L'initiative de l'Université de Tel-Aviv et de l'Université de Tsinghua visant à créer un centre commun de recherche technologique dans les domaines de la science et l'ingénierie à Beijing et dans la future antenne du Technion dans la province du Guangdong constitue un autre exemple d'actualité. La coopération prend également une dimension trilatérale avec la création en 2013 d'un pôle commun de technologies agricoles en Chine réunissant Israël, le Canada et la Chine (voir encadré 4.1).

Citons également l'Initiative Afrique entre Israël, l'Allemagne et le Ghana lancée en 2012. Les trois partenaires de mise en œuvre de ce projet sont les agences israélienne (Mashav) et allemande (GIZ) de coopération pour le développement international, et le Ministère ghanéen de l'alimentation et de l'agriculture. L'objectif est de développer une chaîne de valeur prospère au Ghana dans le domaine de la production d'agrumes, conformément à la politique ministérielle de promotion de la productivité visant à améliorer les moyens de subsistance des paysans.

En octobre 2013, le Ministère israélien de l'agriculture a signé un accord portant création d'un fonds commun israélo-vietnamien pour la R&D agricole et un accord de libre-échange entre les deux pays.

Des projets au Moyen-Orient

Israël participe au projet intergouvernemental de source de rayonnement synchrotron de troisième génération SESAME (Rayonnement synchrotron pour les sciences expérimentales et appliquées au Moyen-Orient), implanté à Allan (Jordanie) et exécuté sous les auspices de l'UNESCO. Ses membres actuels sont l'Autorité palestinienne, Bahreïn, Chypre, l'Égypte, l'Iran, Israël, la Jordanie, le Pakistan et la Turquie. SESAME devrait être pleinement fonctionnel en 2017 (voir encadré 17.6).

En 1982, l'Académie israélienne des sciences et des humanités a créé le Centre académique israélien au Caire qui, financé par le Conseil de l'enseignement supérieur, a pour mission de renforcer les liens entre les universités et les chercheurs israéliens et égyptiens dans le domaine de la recherche. Jusqu'en 2011 et le refroidissement des relations diplomatiques entre les deux pays, le centre a pleinement rempli ses fonctions ; depuis, il opère à plus petite échelle.

L'Académie israélienne des sciences et des humanités et le Programme international de forages scientifiques continentaux ont lancé une expédition de forage en profondeur dans la Mer morte en 2010. Des chercheurs de six pays ont participé à ce projet scientifique mis en œuvre conjointement par l'Autorité palestinienne, Israël et la Jordanie.

La Collaboration israélo-palestinienne pour la recherche médicale et vétérinaire constitue un exemple récent de coopération interuniversitaire entre Israël et l'Autorité palestinienne. Lancé en 2014, ce projet de santé publique réunissant la Faculté de médecine vétérinaire de l'Université hébraïque de Jérusalem et la Société de santé publique Al Qods est financé par le Ministère néerlandais des affaires étrangères.

L'Organisation israélo-palestinienne pour la science (IPSO) mérite également d'être citée. Apolitique et sans but lucratif, elle a été créée il y a plus de dix ans à Jérusalem. Parmi les autres projets communs de recherche, il convient de citer l'initiative du chimiste israélien Danny Porath, de l'Université hébraïque de Jérusalem, et de l'un de ses doctorants, le chimiste palestinien Mukhles Sowwan de l'Université Al-Qods. Grâce à leur projet de recherche commun dans le domaine des nanotechnologies, le professeur Sowwan a pu doter l'Université Al-Qods de son premier laboratoire dans ce secteur de recherche. Fin 2014, l'IPSO, ayant levé près de la moitié des fonds requis, comptait publier des appels à proposition en matière de recherche, mais cette initiative semble avoir été ajournée.

CONCLUSION

Israël devrait se préparer en vue de l'avènement des industries fondées sur la science

Fruits de 50 ans d'investissements dans les infrastructures nationales de défense, les technologies électroniques, informatiques et de communication sont les principaux moteurs de l'économie israélienne. Le secteur national de la défense s'est traditionnellement spécialisé dans l'électronique, l'avionique et les systèmes connexes. La mise au point de ces systèmes a donné aux industries de haute technologie israéliennes une avance qualitative pour des applications civiles dans les secteurs des logiciels, des communications et de l'Internet.

Cependant, il semble que l'avenir de la haute technologie soit lié à d'autres disciplines, comme la biologie moléculaire, la biotechnologie et l'industrie pharmaceutique, la nanotechnologie, les sciences des matériaux et la chimie, en étroite synergie avec les TIC. Ces disciplines sont ancrées dans les laboratoires de recherche fondamentale des universités et non plus dans les industries de défense. Cela pose un dilemme. En l'absence d'une politique nationale pour les universités, sans parler de l'enseignement supérieur dans son ensemble, on peut se demander comment ces institutions vont réussir à fournir les connaissances, les compétences et les ressources humaines nécessaires aux nouvelles industries scientifiques.

Il n'existe aucune organisation globale chargée de coordonner la STI et de formuler les politiques connexes en Israël. Si le pays veut maintenir la pertinence à long terme de sa R&D et ses capacités en matière d'innovation, il lui faudra mettre en œuvre une stratégie et un cadre globaux de R&D. Ce cadre devra engager les différents acteurs du système de la STI, à savoir le Bureau du scientifique en chef du Ministère de l'économie et d'autres ministères du gouvernement, les universités de recherche et les centres d'excellence pour la recherche, les hôpitaux et les centres médicaux universitaires, ainsi que les laboratoires privés de R&D.

Le *Sixième plan de l'enseignement supérieur* (2011-2015) a pour objectif d'améliorer la qualité et la compétitivité du système d'enseignement supérieur. Il recommande, entre autres, de créer environ 850 nouveaux postes universitaires sur six ans et, pour parer à la pénurie de professionnels qui se profile à l'horizon, d'encourager les minorités à entreprendre des études de troisième cycle. Si Israël entend préserver son potentiel de croissance dans les années à venir, il devrait favoriser la poursuite d'études des hommes ultra-orthodoxes et des femmes arabes ainsi que leur intégration au sein de la population active.

Le *Sixième plan de l'enseignement supérieur* élude cependant une question clé : les universités israéliennes ne disposent ni de l'équipement ni des fonds nécessaires pour être à l'avant-garde de la science et de la technologie au XXIe siècle. Le financement de l'infrastructure de recherche est particulièrement préoccupant car les contributions philanthropiques de la communauté juive américaine, qui ont en grande partie compensé le manque de financement public au cours des dernières décennies, devraient diminuer sensiblement.

La croissance économique à long terme sera impossible sans augmentation de la productivité des secteurs traditionnels de l'industrie et des services. La solution peut consister à mettre en œuvre des mesures incitatives en vertu desquelles les employeurs innoveront et assimileront les technologies de pointe, modifieront leur organisation, adopteront de nouveaux modèles commerciaux et accroîtront la part de leurs exportations.

La mondialisation est à la fois une grande source de défis et de possibilités pour le secteur israélien de la haute technologie. Une économie axée sur l'innovation et la valeur ajoutée peut fournir un net avantage compétitif aux sociétés sur le marché mondial au cours des prochaines années, car les multinationales sont continuellement à la recherche de nouvelles idées et de produits uniques afin de satisfaire les besoins non satisfaits.

Récemment, la recherche scientifique dans les domaines interdisciplinaires tels que la bioinformatique, la biologie de synthèse, la nanobiologie, la biologie informatique, la biologie des tissus, les biomatériaux, la biologie des systèmes et les neurosciences, a évolué plus rapidement dans le secteur universitaire israélien que dans le secteur industriel. Ces nouveaux domaines interdisciplinaires et convergents sont susceptibles de constituer les prochains moteurs de croissance de l'économie mondiale. Les autorités israéliennes devraient formuler les mesures politiques réglementaires et ciblées à même de créer les infrastructures nécessaires pour inclure les fruits de la recherche universitaire dans ces domaines et intégrer, convertir et adapter les fruits de ces recherches à des fins économiques et pratiques plus vastes.

PRINCIPAUX OBJECTIFS D'ISRAËL

- Accroître la productivité industrielle, à savoir la valeur ajoutée de chaque employé, de 63 996 dollars PPA en 2014 à 82 247 à l'horizon 2020 ;
- Augmenter de 15 % le nombre de membres du corps enseignant universitaire et de 25 % le nombre de professeurs des écoles supérieures d'ici 2018 ;
- S'approprier une part de 3 à 5 % du marché spatial mondial, évalué à 250 milliards de dollars des États-Unis, et générer un volume de ventes de 5 milliards de dollars des É.-U. d'ici 2022 ;
- Réduire de 20 % la consommation électrique entre 2008 et 2020 ;
- Produire 10 % de l'électricité à partir de sources renouvelables d'ici 2020.

RÉFÉRENCES

BDO Israël (2014) Doing business in Israel . voir www.bdo.co.il.

Ben David, D. (2014) *State of the Nation Report: Society, Economy and Policy in Israel*. Centre Taub pour l'étude des politiques sociales en Israël : Jérusalem.

Breznitz, D. et Zehavi, A. (2007) *The Limits of Capital: Transcending the Public Financer – Private Producer Split in R&D.* Documents de travail du Programme sur l'économie, la science et la technologie (STE-WP-40-2007). Institut Samuel Neaman : Haïfa.

Brodet, D. (2008) *Israel 2028: Vision and Strategy for the Economy and Society in a Global World.* Présenté par une commission publique présidée par M. Eli Hurvitz. Fondation israélo-américaine pour la science et la technologie.

Bureau central des statistiques (2014) Business Research and Development 2011, publication n° 1564. Bureau central des statistiques d'Israël.

Conseil de l'enseignement supérieur (2014) *Le système d'enseignement supérieur israélien : 2014* (en hébreu). Commission de planification et de budgétisation du Conseil de l'enseignement supérieur.

EIA (2013) *Overview of Oil and Natural Gas in the Eastern Mediterranean Region*. Agence d'information sur l'énergie des États-Unis, Département de l'énergie : Washington, D.C.

Elkin-Koren, N. (2007) *Conséquences des transferts de technologie fondés sur les licences de propriété intellectuelle* (en hébreu). Institut Samuel Neaman : Haïfa.

Fatal, V. (2013) *Description et analyse des disparités salariales en Israël au cours des dernières années* (en hébreu). Centre de recherche et d'information de la Knesset : Jérusalem.

Flug, K. (2015) Productivity in Israel - the Key to Increasing the Standard of Living: Overview and a Look Ahead. discours du Gouverneur de la Banque d'Israël à la conférence de l'Association économique d'Israël. Banque d'Israël.

Frenkel, A. et Leck, E. (2006) *Investments in Higher Education and the Economic Performance of OECD Countries: Israel in a Comparative Perspective* (en hébreu, synthèse en anglais). Institut Samuel Neaman, Institut technologique du Technion : Haïfa.

Getz, D., Leck, E. et Hefetz, A. (2013a) *Production de la R&D en Israël : analyse comparative des applications du PCT et inventions israéliennes* (en hébreu). Institut Samuel Neaman : Haïfa.

Getz, D., Leck, E. et Segal, V. (2014) *Innovation of Foreign R&D Centres in Israel: Evidence from Patent and Firm-level data*. Institut Samuel Neaman : Haïfa.

Getz, D., Segal, V., Leck, E. et Eyal, I. (2010) *Évaluation du Programme Nofar* (en hébreu). Institut Samuel Neaman : Haïfa.

Golovaty, J. (2006) *Identifying Complementary Measures to Ensure the Maximum Realisation of benefits from the Liberalisation of Environmental Goods and Services. Case study: Israel*. Organisation de coopération et de développement économiques. Document de travail sur les échanges et l'environnement n° 2004-06.

Habib-Valdhorn, S. (2011) Copaxone Patent Court Hearing opens Wednesday. Voir www.globes.co.il.

IEC (2014) 2013 *Annual Report*. Bourse de Tel-Aviv. Israel Electric Corporation.

IVC Research Centre (2014) *Summary of Israeli High-Tech Capital Raising*. Centre de recherche Israel Venture Capital. Voir www.ivc-online.com

Lach, S., Parizat, S. et Wasserteil, D. (2008) *The impact of government support to industrial R&D on the Israeli economy*. Rapport final de Applied Economics. Traduction anglaise publiée en 2014.

Makov, I. (2014) *Rapport du Comité chargé d'examiner l'appui gouvernemental à la recherche et au développement dans les grandes entreprises* (en hébreu). Voir www.moital.gov.il

Ministère de l'économie (2015) Programmes d'incitation dans la R&D. Bureau du scientifique en chef.

Ministère des finances (2014) *Managing the Fiscal Policy Goals. Managing the Fiscal Policy Goals*. Comptable général. Voir www.ag.mof.gov.il.

MIT (2011) *The Third Revolution: the Convergence of the Life Sciences, Physical Sciences and Engineering*. Massachusetts Institute of Technology : Washington D.C.

OCDE (2014) Israël. In : Science, technologie et industrie : perspectives de l'OCDE 2014. Organisation de coopération et de développement économiques : Paris.

OCDE (2011) *Enhancing Market Openness, Intellectual Property Rights and Compliance through Regulatory Reform in Israel*. Organisation de coopération et de développement économiques. Voir www.oecd.org/israel/48262991.pdf.

Trajtenberg, M. (2005) *Innovation Policy for Development: an Overview*. STE-WP-34. Institut Samuel Neaman : Haïfa.

UNESCO (2012) La qualité de la recherche alimente des industries à fort coefficient scientifique. Entretien avec le professeur Ruth Arnon. Planète science 10 (3), mars.

UNESCO (à paraître) *Mapping Research and Innovation in the State of Israel*. Observatoire mondial des instruments de politique de STI de l'UNESCO : Country Profiles in Science, Technology and Innovation Policy, vol. 5.

Weinreb, G. (2013) Yeda earns $50–100m annually. tiré de www.globes.co.il.

Ziv, A. (2015) Israel emerges as global cyber superpower. *Haaretz*, 26 mai

Daphne Getz, née en 1943 en Israël, est directrice de recherche à l'Institut Samuel Neaman de recherches sur la politique scientifique nationale du Technion depuis 1996. Elle dirige le Centre d'excellence en politiques de STI, et est titulaire d'un doctorat en chimie physique délivré par l'Institut technologique du Technion. Elle a endossé le rôle de représentante du Technion et plus généralement du milieu universitaire dans les consortiums du programme Magnet, et représenté Israël dans le cadre de projets de l'Union européenne et des Nations Unies.

Zehev Tadmor, né en 1937 en Israël, est l'ancien président de l'Institut technologique du Technion. Professeur émérite jouissant d'une grande reconnaissance, il est également président du Conseil d'administration de l'Institut Samuel Neaman de recherches sur la politique scientifique nationale du Technion. Le professeur Tadmor est titulaire d'un doctorat en génie chimique. Il est membre de l'Académie nationale israélienne des sciences et des humanités et de l'Académie nationale des sciences de l'ingénieur des États-Unis.

Le monde arabe a besoin d'un plus grand nombre de champions de la science et de la technologie, y compris sur la scène politique, afin d'engager les changements positifs auxquels la région aspire.

Moneef R. Zou'bi, Samia Mohamed-Nour, Jauad El-Kharraz et **Nazar Hassan**



Image numérique de bureaux qui seront entièrement construits à l'aide d'imprimantes en trois dimensions (3D) à Dubaï. Le mobilier sera également « imprimé ». L'encadré 17.7 fournit de plus amples informations à cet égard.
Image reproduite avec l'aimable autorisation de la Fondation du futur de Dubaï

17. États arabes

Algérie, Arabie saoudite, Bahreïn, Égypte, Émirats arabes unis, Iraq, Jordanie, Koweït, Liban, Libye, Maroc, Mauritanie, Oman, Palestine, Qatar, Soudan, Syrie, Tunisie, Yémen

Moneef R. Zou'bi, Samia Mohamed-Nour, Jauad El-Kharraz et Nazar Hassan

INTRODUCTION

La crise financière mondiale a eu des échos dans la région

L'importance stratégique du monde arabe[1] tient à son emplacement et à sa richesse pétrolière et gazière, qui représente 57 % des réserves mondiales de pétrole connues et 28 % de celles de gaz (FADES *et al.*, 2013).

Les secousses des crises financières mondiales de 2008 et 2009 et la récession qui en a résulté dans la plupart des pays développés ont affecté les États arabes de différentes manières. Les pays exportateurs de pétrole du Conseil de coopération du Golfe, qui pour la plupart possèdent des systèmes financiers et commerciaux ouverts fortement tributaires des marchés financiers mondiaux et étroitement liés aux marchés mondiaux des produits pétroliers de base, les ont ressenties (FADES *et al.*, 2010). En revanche, des pays tels que l'Algérie, la Libye, le Soudan et le Yémen, dont les marchés locaux des capitaux sont moins dépendants à l'égard des marchés mondiaux, ont été plus épargnés. Mais étant donné l'influence des revenus pétroliers sur leur économie, le cours du Brent affecte sensiblement leur politique fiscale.

En Égypte, en Jordanie, au Liban, en Mauritanie, au Maroc, en Syrie et en Tunisie, où le secteur bancaire dépend des sources d'emprunt nationales, l'économie n'a pas été directement touchée par la volatilité des marchés mondiaux des capitaux. Ces pays ont cependant ressenti les effets des chocs économiques externes en raison de leurs liens étroits avec les marchés des pays développés et d'autres partenaires commerciaux importants dans l'Union européenne (UE) et aux États-Unis. Il va sans dire que leurs exportations dépendent principalement de la demande émanant des pays développés et s'ajoutent aux revenus du tourisme, aux transferts de fonds des travailleurs expatriés et à l'afflux d'investissements directs étrangers (IDE) [FADES *et al.*, 2010].

L'incapacité depuis 2008 de la plupart des pays arabes à couvrir efficacement les besoins socioéconomiques et à adapter les économies au rythme de la croissance démographique ont créé un sentiment de frustration généralisée. Le chômage était déjà élevé dans la région avant la crise économique de 2008, à environ 12 %[2]. Les jeunes représentent plus de 40 % des demandeurs d'emploi. Aujourd'hui, plus de 30 % de la population des États arabes est âgée de moins de 15 ans. En 2013, la plupart des États arabes affichaient un taux brut d'inscription dans l'enseignement supérieur de plus de 30 %, voire de plus de 40 % en Arabie saoudite, en Jordanie, au Liban et en Palestine sans pour autant avoir créé la chaîne de valeur nécessaire pour créer des emplois et absorber l'effectif croissant de diplômés.

Région arabe : de l'espoir à la tourmente

Le dénommé « printemps arabe » a été déclenché par les manifestations des Tunisiens en décembre 2010. Les révoltes populaires se sont répandues comme une traînée de poudre dans la région, révélant une aspiration commune à la liberté, la dignité et la justice (CESAO, 2014a).

Depuis décembre 2010 les pays arabes ont subi des transformations radicales : changement de régime en Égypte, en Libye, en Tunisie et au Yémen, et enlisement dans la guerre civile en Syrie au lendemain des manifestations pacifiques du printemps 2011. Le mouvement de contestation et la demande de réformes ont également atteint la Jordanie et Bahreïn, qui pourtant disposent d'un parlement élu par le peuple. En Jordanie, le mécontentement était surtout dû à l'incapacité des gouvernements successifs à résoudre les graves problèmes économiques et à résorber le chômage. À Bahreïn, les manifestations étaient de nature plus politique et, dans une certaine mesure, sectaire.

Les soulèvements dans le monde arabe étaient en partie la réaction de jeunes férus de technologie à des décennies d'immobilisme politique et à l'incapacité de certains gouvernements arabes à garantir un niveau suffisant de développement socioéconomique. Quelques années plus tard, le printemps arabe n'ayant pas tenu ses promesses, de nombreuses personnes sont en proie au découragement. Le Mouvement des frères musulmans, qui a remporté les élections égyptiennes de juin 2012, était l'un des grands gagnants du printemps arabe ; mais sa victoire a été de courte durée et les manifestations de masse lui reprochant de ne pas avoir su dégager un consensus national et résoudre les problèmes du pays ont abouti, à peine un an plus tard, à la destitution du Président Mohamed Morsi. Depuis 2015, on ne compte plus les heurts entre le gouvernement du Président Abdel Fattal al-Sissi et les Frères musulmans, qui sont désormais considérés comme une organisation terroriste par plusieurs pays, arabes ou non, dont l'Arabie saoudite, Bahreïn, l'Égypte, les Émirats arabes unis, la Fédération de Russie et la Syrie. Entre temps, le gouvernement égyptien a poursuivi son ambitieux projet d'élargissement du Canal de Suez (encadré 17.1) et a organisé, en mars 2015, une grande conférence sur le développement économique à Charm el-Cheikh (voir p. 435).

Les dépenses militaires absorbent les ressources du développement

Les dépenses militaires au Moyen-Orient ont augmenté de 4 % en 2013 et étaient estimées à 150 milliards de dollars des États-Unis. D'après l'Institut international de recherche sur la paix de Stockholm[3], l'Arabie saoudite, dont le budget de défense a bondi de 14 % pour atteindre 67 milliards de dollars des États-Unis, devance désormais le Royaume-Uni, le Japon et la France et se situe au quatrième rang mondial des dépenses militaires derrière les États-Unis, la Chine et la Fédération de Russie (voir figure 17.1). C'est cependant à l'Iraq, qui cherche à reconstituer ses forces armées, que revient la progression la plus importante de la région dans ce domaine (27 %).

1. Djibouti et la Somalie sont membres de la Ligue des États arabes, mais leur profil est présenté dans le chapitre 19 sur l'Afrique orientale et centrale.

2. À de rares exceptions près, dont les Émirats arabes unis, le Koweït et le Qatar.

3. Voir www.sipri.org/media/pressreleases/2014/Milex_April_2014 (consulté le 16 janvier 2015).

Encadré 17.1 : **Moderniser le canal de Suez**

Reliant l'Europe et l'Asie, le canal de Suez est un couloir maritime stratégique. Le 5 août 2014, le Président égyptien Abdel Fattal al-Sissi a annoncé son intention de creuser un « nouveau » canal dont le tracé serait parallèle à celui de l'ancien. En 145 ans d'existence, il s'agit de l'élargissement le plus important de cette voie commerciale essentielle.

Le projet égyptien de dédoublement du canal est susceptible d'accroître sa capacité quotidienne de 49 navires à 97 d'ici 2023. Le canal original, qui relie la Méditerranée à la mer Rouge, ne permet que rarement la circulation dans les deux sens et est trop étroit par endroits pour que deux navires se côtoient. Le nouveau canal devrait résoudre ce problème et faire passer le temps d'attente de 11 à 3 heures. Les abords du canal (76 000 km^2) vont être aménagés en pôle industriel et logistique international. Les responsables du projet comptent multiplier les recettes annuelles du canal, qui est géré par l'Autorité du canal de Suez. Actuellement de 5 milliards de dollars des États-Unis, elles passeraient à 13,5 milliards. Les travaux d'approfondissement du canal ont commencé en octobre 2014.

Certains membres de l'industrie du transport maritime ont exprimé des réserves quant à la capacité de l'Égypte à mobiliser des fonds suffisants pour achever les travaux à temps. Le gouvernement égyptien s'est fermement opposé à ce que le projet dépende du financement étranger. En septembre 2014, d'après la banque centrale égyptienne, l'enveloppe nécessaire (8,4 milliards de dollars É.-U.) était disponible, grâce à l'émission de 500 millions d'actions auprès des Égyptiens. Le 6 août 2015, le gouvernement inaugurait le nouveau canal.

Si la pertinence économique du projet fait l'unanimité, certains scientifiques n'en craignent pas moins qu'il nuise à l'écosystème marin. En 2014, un groupe de 18 scientifiques de 12 pays a publié une lettre dans la revue *Biological Invasions*, exhortant le gouvernement égyptien à prendre des mesures pour minimiser tout dommage écologique.

Source : Données compilées par les auteurs.

Les pressions croissantes auxquelles font face les États arabes, en particulier celles qui ont trait à la sécurité et à la lutte contre le terrorisme – sans compter les affrontements militaires avec des groupes radicaux tels qu'Al-Qaida et Daech – ont incité leurs gouvernements à accroître leurs dépenses militaires.

Un long chemin reste encore à parcourir pour améliorer la gouvernance

Il ne fait guère de doute que la corruption a joué un rôle clé dans le déclenchement des troubles depuis 2010. D'après Global Financial Integrity, l'institution chargée de surveiller la solidité du secteur financier mondial, les estimations disponibles révèlent que la contrebande de fonds en Égypte et en Tunisie s'élevait respectivement à 2 milliards et à 1 milliard de dollars des États-Unis annuels (Global Financial Integrity, 2013), soit 2 % et 3,5 % de leur PIB respectif en 2005.

L'efficacité des pouvoirs publics a diminué dans plusieurs pays arabes. Kaufmann *et al.* (2013) révèlent que les Émirats arabes unis (É.A.U.) et le Qatar étaient les seuls pays du monde arabe à se situer au-dessus du 80^e percentile en 2013. Suivaient Bahreïn et Oman, entre le 60^e et le 70^e percentile, et l'Arabie saoudite, la Jordanie, le Koweït, le Maroc et la Tunisie, situés entre le 50^e et le 60^e percentile.

Ces dix dernières années, l'indicateur sur la voix citoyenne et la responsabilité a affiché des résultats décevants, d'après Kaufmann *et al.* (2011 ; 2013). En 2013, la performance des cinq premiers États arabes (Tunisie, Liban, Maroc, Koweït et Jordanie) était faible en comparaison de la moyenne internationale (entre le 45^e et le 25^e percentile). En dépit d'une légère amélioration en Algérie, en Iraq, en Libye et en Palestine, cet indicateur a reculé entre 2003 et 2013 dans 12 États arabes, à savoir : l'Algérie, l'Arabie saoudite, Bahreïn, Djibouti, l'Égypte, les Émirats arabes unis, la Jordanie, le Koweït, Oman, le Qatar, le Soudan et la Syrie.

Récession économique dans la plupart des pays du Machrek

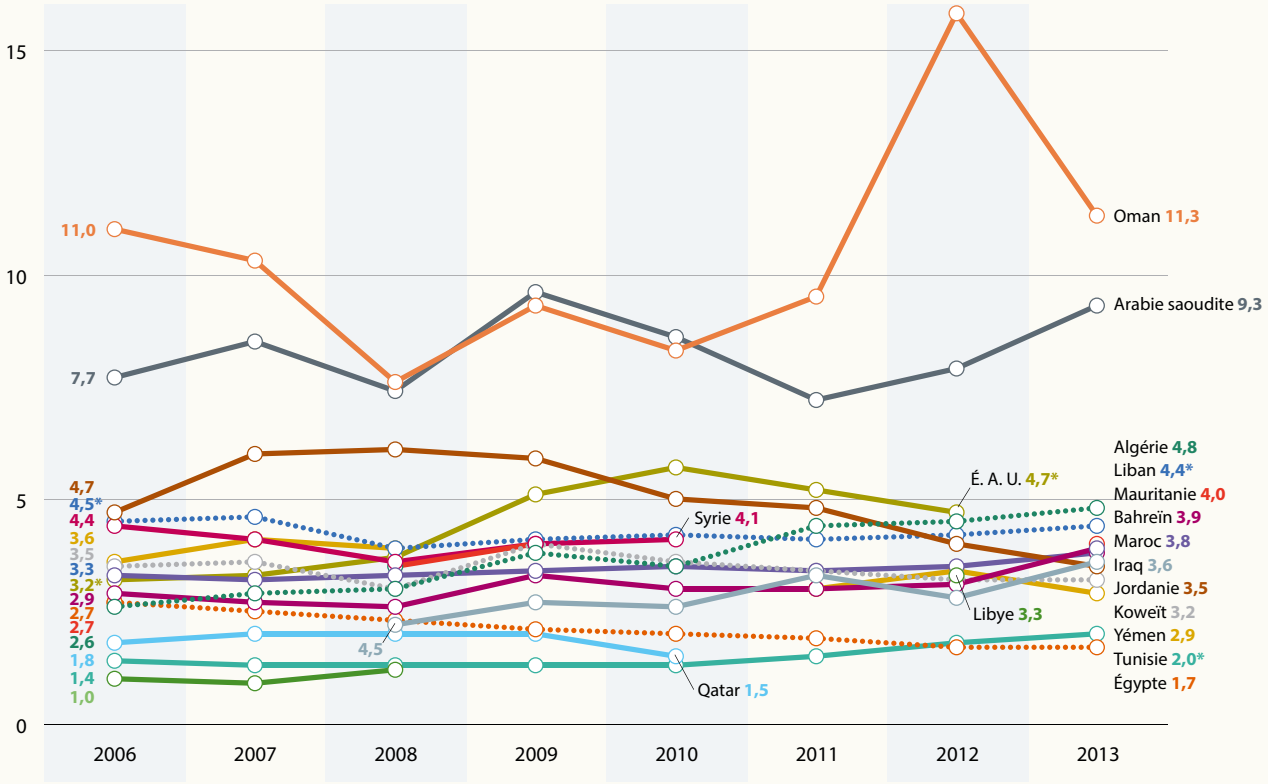
Les pays du Machrek comptent une population d'environ 196 millions de personnes, soit 53,4 % de la population arabe. Parmi eux, seul l'Iraq possède des réserves importantes de pétrole, ce qui lui a permis, grâce aux prix élevés des produits pétroliers de base, de mieux résister à la crise financière mondiale que ses voisins. Le ralentissement de l'économie soudanaise en 2012 est davantage le résultat de la création du Soudan du Sud l'année précédente et des accrochages subséquents entre les deux États, que des chocs mondiaux.

En 2013, le Liban et le Soudan affichaient respectivement le PIB par habitant le plus élevé et le plus faible de la zone comprenant les pays du Machrek, l'Égypte et le Soudan. Entre 2008 et 2013, la croissance annuelle a décéléré dans tous les pays de ce groupe, quoique de manière moins accusée en Palestine en 2013. Pendant la même période, le taux de chômage a peu varié, à l'exception de l'Égypte, où la baisse du tourisme et des IDE suite à la révolution de 2011 ont entraîné une hausse du nombre de demandeurs d'emploi (tableau 17.1). Le retour de la stabilité aidant, la croissance du PIB a atteint 2,9 % en 2014 et devrait atteindre 3,6 % en 2015. L'afflux massif de réfugiés syriens depuis 2011 a affecté la croissance économique, particulièrement en Jordanie et au Liban.

Avec l'Égypte et le Soudan, les pays du Machrek sont considérés comme des réservoirs de talents qui approvisionnent les États voisins en enseignants, en chercheurs et en travailleurs qualifiés et non qualifiés. Les infrastructures de l'enseignement supérieur en Égypte, en Iraq, en Jordanie, en Liban, en Palestine[4] et au

4. Le 29 novembre 2012, l'Assemblée générale des Nations Unies a accordé à la Palestine le statut d'État observateur non-membre auprès de l'ONU. La Palestine est membre de l'UNESCO depuis le 31 octobre 2011.

Figure 17.1 : **Dépenses militaires en pourcentage du PIB dans plusieurs États arabes, 2006-2013**



*Estimations du SIPRI.

Remarque : Le faible taux affiché par l'Égypte (1,7 %) en 2013 n'est pas réellement parlant puisqu'il ne tient pas compte des activités économiques des forces armées égyptiennes et de l'aide américaine, qui couvrent 80 % des approvisionnements militaires (Gaub, 2014).

Source : Institut international de recherche sur la paix de Stockholm, consulté en janvier 2015.

Soudan sont relativement établies et comprennent certaines des universités les plus anciennes du monde arabe, dont l'Université américaine de Beyrouth (1866) et l'Université du Caire (1908).

Le printemps arabe a fortement marqué l'économie libyenne

Depuis 2008, la situation des pays du Maghreb est très contrastée. Si l'Algérie et la Mauritanie continuent d'afficher une bonne croissance économique, il n'en va pas de même pour les pays directement affectés par le printemps arabe. La croissance est ainsi tombée à 2,2 % en Tunisie et s'est contractée de 11,6 % en Libye (tableau 17.1). Les taux de chômage, en revanche, sont restés stables, avec des variations d'un pays à l'autre. En dépit d'une croissance moyenne de 5,9 % entre 2011 et 2013, la création d'emplois pourtant vitaux a été insuffisante en Mauritanie et le taux de chômage s'élevait à 31 % en 2013.

Les États du Golfe représentent près de la moitié du PIB du monde arabe

Les six États du Golfe, qui contribuent à hauteur d'environ 47 % au PIB total des pays arabes, sont tous économiquement tributaires du pétrole. Ils représentent quelque 75 millions de personnes (y compris une importante main-d'œuvre étrangère), soit près de 20,4 % de la population de la région en 2014 (tableau 17.1).

En 2014, Oman et le Qatar ont enregistré un ralentissement de leur économie, dû en grande partie au recul des exportations et à la baisse de la consommation et des investissements privés. Dans le même temps, le Koweït et l'Arabie saoudite, une fois la contraction de leur économie surmontée, ont vu plusieurs secteurs, dont l'immobilier pour le premier et le système bancaire pour la seconde, afficher des signes de relèvement.

Le ralentissement touche de plein fouet les économies basées sur la rente pétrolière

La chute du prix du baril, qui est passé de 115 dollars des États-Unis en juin 2014 à 47 en janvier 2015, a permis aux pays arabes importateurs de pétrole, comme l'Égypte, la Jordanie, le Maroc et la Tunisie, de combler une partie de leur déficit budgétaire. À l'inverse, elle a grevé les budgets des pays producteurs de pétrole, y compris des membres de l'Organisation des pays exportateurs de pétrole (OPEP) [figure 17.2]. Plus diversifiées, les exportations de Bahreïn et des Émirats arabes unis ont moins souffert des troubles économiques que celles des autres États du Golfe. Afin de diversifier leurs propres sources de revenus, d'autres gouvernements arabes devront instaurer un environnement socioéconomique propice à la réussite de toutes les parties prenantes, dont le secteur privé.

Tableau 17.1 : **Indicateurs socioéconomiques pour les États arabes, 2008 et 2013**

	Population (en milliers)		PIB par habitant (en dollars PPA courants)		Croissance annuelle moyenne du PIB (%)		Taux d'emploi (% de la population adulte)		Taux de chômage (% de la population active)	
	2008	2013	2008	2013	2008 – 2010	2011 – 2013*	2008	2013	2008	2013
États du Golfe et Yémen										
Arabie saoudite	26 366	28 829	41 966	53 780	5,9	6,0	48,6	51,8	5,1	5,7
Émirats arabes unis	6 799	9 346	70 785	58 042[-1]	0,0	2,7	74,0	76,9	4,0	3,8
Bahreïn	1 116	1 332	40 872	43 824	4,4	3,7	63,9	65,0	7,8	7,4
Koweït	2 702	3 369	95 094	85 660[-1]	-2,4	6,1	66,0	66,3	1,8	3,1
Oman	2 594	3 632	46 677	44 052	6,4	2,2	52,1	59,9	8,4	7,9
Qatar	1 359	2 169	120 527	131 758	15,4	7,5	85,1	86,2	0,3	0,5
Yémen	21 704	24 407	4 250	3 958	3,8	-3,2	40,6	40,3	15,0	17,4
Machrek, Égypte et Soudan										
Cisjordanie et Gaza	3 597	4 170	3 422	4 921[-1]	4,2	5,6	31,7	31,6	26,0	23,4
Égypte	75 492	82 056	9 596	11 085	5,7	2,0	43,9	42,9	8,7	12,7
Iraq	29 430	33 417	11 405	15 188	6,0	8,2	35,3	35,5	15,3	16,0
Jordanie	5 786	6 460	10 478	11 782	5,0	2,7	36,6	36,3	12,7	12,6
Liban	4 186	4 467	13 614	17 170	9,1	1,7	43,2	44,4	7,2	6,5
Soudan	34 040	37 964	3 164	3 372	3,2	-6,5	45,3	45,4	14,8	15,2
Syrie	20 346	–	–	–	–	–	40,1	–	10,9	–
Maghreb										
Algérie	35 725	39 208	11 842	13 304	2,4	3,0	37,9	39,6	11,3	9,8
Libye	5 877	6 202	27 900	21 397	3,6	-11,6	43,2	42,6	19,1	19,6
Mauritanie	3 423	3 890	2 631	3 042	2,2	5,9	36,3	37,2	31,2	31,0
Maroc	30 955	33 008	5 857	7 200	4,7	4,0	46,2	45,9	9,6	9,2
Tunisie	10 329	10 887	9 497	11 092	3,9	2,2	40,9	41,3	12,4	13,3

+n/-n = les données correspondent à un nombre n d'années avant ou après l'année de référence.
* Les données sur le Koweït, Oman et les Émirats arabes unis concernent les années 2011 et 2012.

Remarque : La Palestine est désignée ici sous l'appellation Cisjordanie et Gaza pour des raisons de couverture des données.

Source : Banque mondiale, Indicateurs du développement dans le monde, mai 2015.

Dès 1986, le Conseil de coopération du Golfe a compris que la diversification économique devait constituer un objectif stratégique clé pour tous ses membres. L'Arabie saoudite, les Émirats arabes unis et le Qatar ont depuis développé leurs secteurs non-pétroliers, mais Bahreïn et le Koweït peinent à réaliser la transition (Al-Soomi, 2012). D'aucuns suggèrent de transformer le Conseil de coopération du Golfe en un bloc socio-économique et politique régional calqué sur le modèle de l'Union européenne (O'Reilly, 2012).

La chute du cours du pétrole est particulièrement mal venue pour l'Iraq, qui a besoin des revenus pétroliers pour relancer son économie et lutter contre le terrorisme, et pour la Libye, déstabilisée par des tensions intérieures et en guerre contre les milices insurgées. D'après le Fonds monétaire international, l'Algérie ayant augmenté ses dépenses en matière de protection sociale en 2011, seul un baril de pétrole à 121 dollars des États-Unis peut l'empêcher de se retrouver en situation de déficit budgétaire ; elle risque d'être dans le rouge en 2015 pour la première fois en 15 ans (*Wall Street Journal*, 2014). Les exportations de gaz et de pétrole continuent de représenter les deux tiers du revenu national de l'Algérie (voir figure 17.2), dont le secteur manufacturier est très peu développé (figure 17.3). Cela dit, si le prix du Brent rechute, il est possible que le pays soit moins vulnérable. En effet, il développe à présent l'énergie solaire et éolienne à des fins de consommation nationale et d'exportation (voir p. 447). Les investissements mondiaux dans les technologies des énergies renouvelables ont augmenté de 16 %

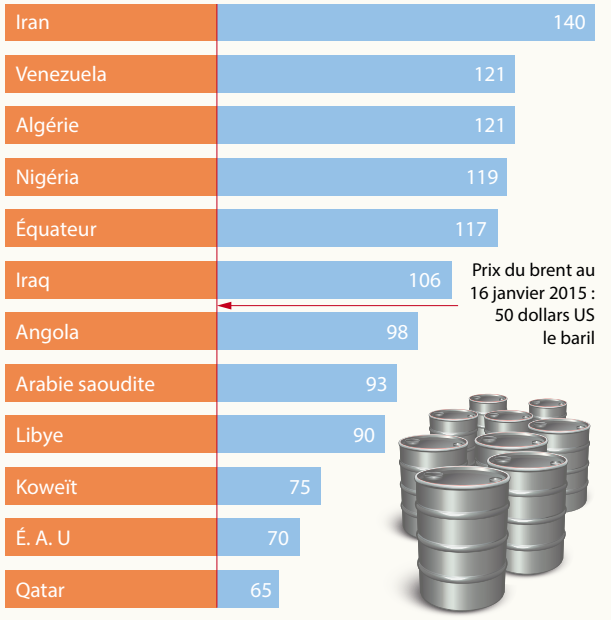
en 2014, portés par une baisse de 80 % des coûts de fabrication des systèmes de production d'énergie solaire.

Ralentissement des flux d'IDE dans le monde arabe

Les retombées économiques des bouleversements actuels ont perturbé les flux d'IDE dans les États arabes, ainsi que le secteur du tourisme et l'immobilier. Il est intéressant de noter que la baisse des IDE avait cependant commencé avant 2011 (figure 17.4) et est essentiellement due à la crise financière mondiale de 2007-2008, qui est considérée comme la pire depuis la Grande Dépression des années 1930. Les pays plus épargnés, à l'instar de l'Algérie et du Maroc, ont globalement maintenu leurs afflux d'IDE qui étaient, il faut le reconnaître, plutôt modestes. Au Maroc, les flux d'IDE ont augmenté, portés par de nouveaux projets de développement du réseau ferré et de déploiement à grande échelle des énergies renouvelables. En Mauritanie, les IDE portent généralement sur des projets d'exploration des gisements de pétrole et de gaz et de forage.

En Égypte, les IDE ont atteint 4,1 milliards de dollars des États-Unis entre 2013 et 2014, soit une hausse de 7 %. Plus de 1 700 investisseurs, ainsi que l'ancien Premier Ministre britannique Tony Blair, le Secrétaire d'État américain John Kerry et la directrice générale du FMI Christine Lagarde ont assisté à la Conférence pour le développement économique organisée par le gouvernement égyptien à Charm el-Cheikh en 2015. À la clôture de la Conférence, l'Égypte avait obtenu des promesses d'investissement à hauteur de 36,2 milliards de dollars des Etats-Unis, 18,6 milliards en contrats d'infrastructure et 5,2 milliards en prêts d'institutions financières internationales.

Figure 17.2 : **Estimation du prix du pétrole permettant d'équilibrer le budget des États membres de l'OPEP, 2014**



Source : Adaptation du Wall Street Journal (2014) à partir de données du gouvernement de Libye, du Ministère angolais de la finance, du Fonds monétaire international, de la Société arabe d'investissements pétroliers et de la Deutsche Bank.

PROBLÈMES EN MATIÈRE DE GOUVERNANCE DE LA STI

Engager le secteur du commerce

En mars 2014, le Conseil des ministres de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique dans le monde arabe a approuvé le projet de *Stratégie arabe pour la science, la technologie et l'innovation* au cours de son 14e congrès à Riyad (Arabie saoudite). Cette initiative s'articule autour de trois axes : la formation universitaire à la science et à l'ingénierie, la recherche scientifique et la coopération scientifique régionale et internationale. L'un de ses objectifs clés consiste à accroître la participation du secteur privé à la collaboration interdisciplinaire et régionale afin d'apporter une valeur économique et de développement à la recherche et de faire un meilleur usage de l'expertise disponible. Jusqu'à présent, les politiques de STI dans les États arabes étant centrées sur le développement de la recherche et développement (R&D) et ne tenant pas compte du secteur commercial, elles n'ont pas su catalyser efficacement la production de connaissances ni renforcer la valeur ajoutée des produits et des services. La réorientation du système éducatif vers l'innovation et l'entrepreneuriat a fait l'objet de nombreuses discussions qui n'ont été que rarement suivies de mesures concrètes (encadré 17.2). Il convient de citer les réformes récentes de l'enseignement supérieur entreprises par l'Égypte et la Tunisie.

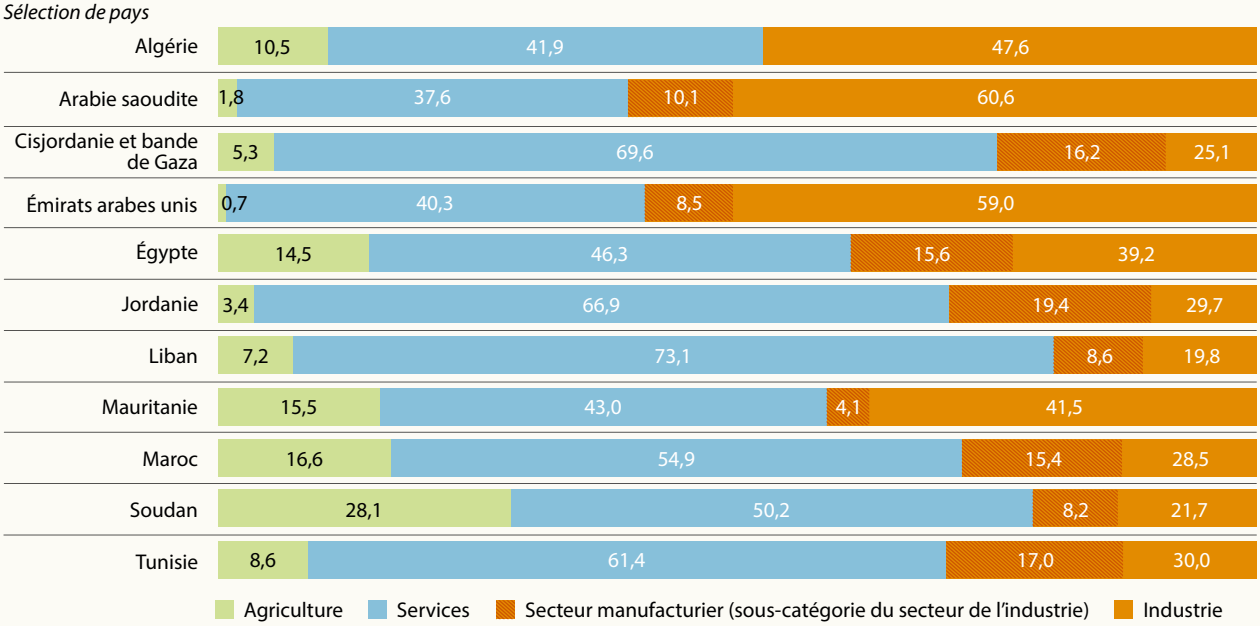
La Tunisie et l'Arabie saoudite sont les leaders arabes de l'électronique ; pour leur part, les Émirats arabes unis investissent lourdement dans les technologies spatiales. Dans le domaine des énergies renouvelables, le Maroc est le chef de file en matière d'hydroélectricité. L'Algérie, la Jordanie, le Maroc et la Tunisie mettent en place des projets d'énergie solaire. L'expérience de l'Égypte, du Maroc et de la Tunisie en matière d'énergie éolienne peut être utile aux pays souhaitant investir dans ce domaine, dont l'Arabie saoudite, les Émirats arabes unis, la Jordanie, la Libye et le Soudan. Le Maroc et le Soudan sont actuellement les principaux utilisateurs de biomasse.

La stratégie propose les domaines de coopération suivants :

- Développement et gestion des ressources hydriques ;
- Énergie nucléaire : applications dans le secteur de la santé, l'industrie, l'agriculture, la science des matériaux, l'environnement et la production d'énergie nucléaire ;
- Énergies renouvelables : énergie hydraulique, solaire, éolienne et biomasse ;
- Industries pétrolière, gazière et pétrochimique ;
- Nouveaux matériaux ;
- Électronique ;
- Technologies de l'information ;
- Sciences de l'espace : systèmes de navigation, météorologie, irrigation, surveillance de l'environnement, gestion des forêts, gestion des risques de catastrophe, aménagement urbain, etc. ;

Figure 17.3 : **PIB par secteur économique dans le monde arabe, 2013 ou année la plus proche**

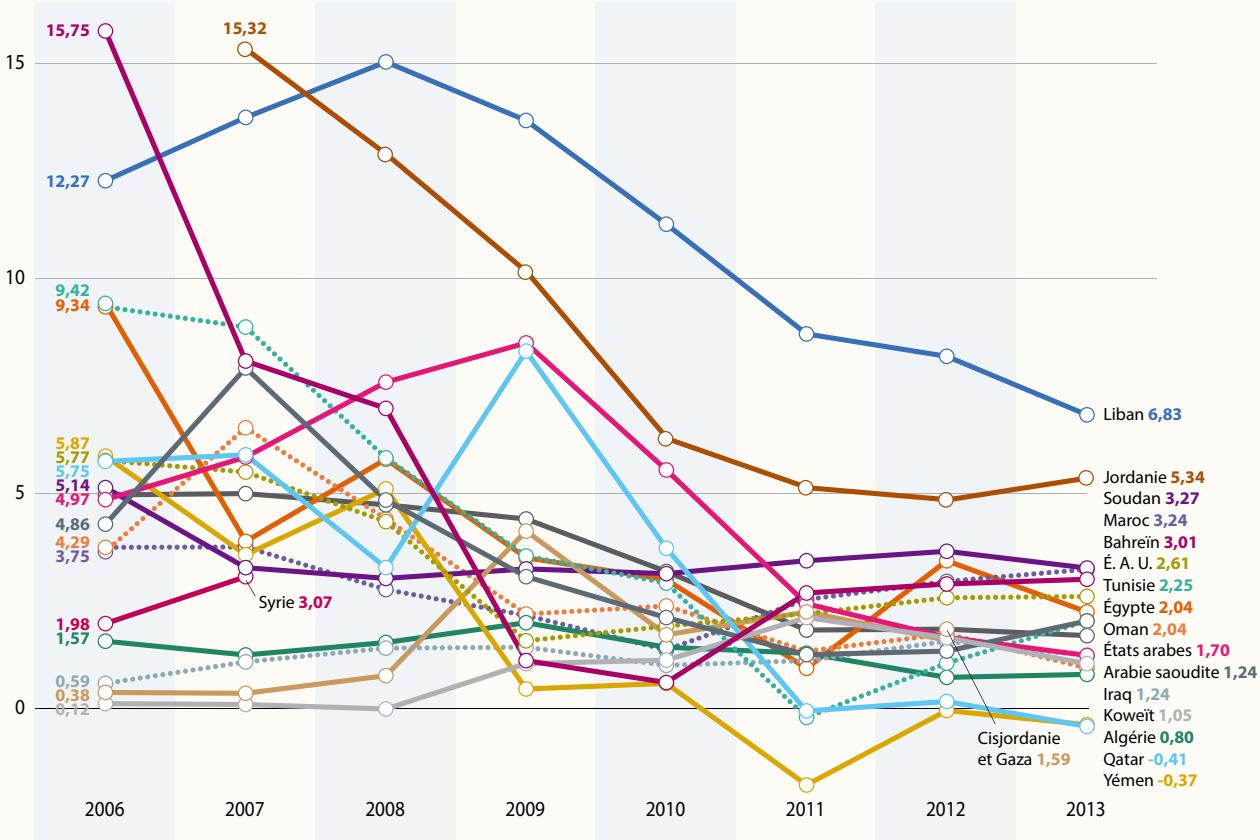
Sélection de pays



Remarque : Les données relatives à la Cisjordanie et à Gaza concernent l'année 2012. La Palestine est désignée ici sous l'appellation Cisjordanie et Gaza pour des raisons de couverture de données.

Source : Banque mondiale, Indicateurs du développement dans le monde, janvier 2015.

Figure 17.4 : **Afflux d'IDE en tant que part du PIB pour plusieurs économies arabes, 2006-2013 (%)**



Source : Banque mondiale, Indicateurs du développement dans le monde, janvier 2015.

- Nanotechnologies : secteurs de la santé et de la pharmaceutique, industrie alimentaire, environnement, dessalement, production d'énergie, etc. ;
- Agriculture, élevage et pêche ;
- Industrie et production ;
- Désertification, changement climatique et ses impacts sur l'agriculture ;
- Sciences de la santé et biotechnologie ;
- Technologies convergentes émergentes : bioinformatique, nanobiotechnologie, etc.

La stratégie recommande en outre que les scientifiques[5] réalisent des activités de vulgarisation auprès du grand public et d'augmenter les investissements dans l'enseignement supérieur et la formation en vue de créer une masse critique d'experts et de freiner la fuite des cerveaux. Elle suggère également de faire appel aux scientifiques de la diaspora.

5. La première exposition tunisienne sur les dinosaures sahariens a été inaugurée à la Cité des sciences de Tunis en mai 2011. Fruit d'un travail préparatoire de deux ans, elle devait prendre fin en août 2012, mais son succès a été tel qu'elle a été prolongée jusqu'en octobre 2013.

Les événements de 2011 ont empêché l'adoption de la stratégie par le gouvernement, censée avoir lieu cette même année.

La résolution de problèmes, la mobilité scientifique et l'éducation : des priorités pour la recherche

En septembre 2013, les Ministres de la recherche des cinq pays du Maghreb et de cinq pays de la Méditerranée occidentale, à savoir l'Espagne, la France, l'Italie, Malte et le Portugal, se sont réunis au Maroc afin de jeter les bases d'une politique de recherche commune. Fait inédit, ce forum régional, dénommé Dialogue 5+5, dont les sessions régulières depuis 1990 couvrent un vaste éventail de questions, allant de la sécurité et de la coopération économique à la défense et aux migrations, en passant par l'éducation et les énergies renouvelables, était pour la première fois consacré à la recherche et à l'innovation. Les ministres signataires de la *Déclaration de Rabat* s'engagent à faciliter la formation, le transfert de technologies et la mobilité scientifique en créant des titres de séjour spécifiques pour les chercheurs ; parallèlement, les pays du Maghreb sont encouragés, dans un premier temps, à rejoindre les programmes de recherche européens en vue de l'harmonisation des politiques nationales et du lancement de projets de recherche communs.

Encadré 17.2 : Adapter les programmes universitaires aux besoins du marché

Le Bureau de l'UNESCO au Caire a lancé en juin 2011 le Réseau pour l'expansion des technologies convergentes dans la région arabe (NECTAR) visant à corriger le déséquilibre entre les compétences recherchées par les sociétés et les programmes dispensés par la plupart des universités.

La biotechnologie, la nanotechnologie, les TIC et les sciences cognitives sont toutes des technologies convergentes qui se chevauchent amplement. En développant des liens entre les secteurs universitaire et industriel dans ces domaines, NECTAR cherche à réorienter les universités vers la solution de problèmes et à lever les obstacles entre les disciplines qui entravent actuellement l'innovation dans le monde arabe.

L'une des grandes priorités de NECTAR consiste à moderniser les programmes universitaires régionaux, en collaboration avec des scientifiques arabes renommés exerçant dans des universités égyptiennes – où se trouvent la plupart des spécialistes des technologies convergentes du monde arabe – et américaines. NECTAR cible les universités et les lycées techniques, où se forment les techniciens qui assurent ensuite la fabrication des technologies convergentes.

L'idée originale était que des professeurs des États-Unis se déplaceraient une fois par an au Caire pour y dispenser des cours intensifs (3-4 semaines maximum). Suite au printemps arabe, Le Caire et d'autres grandes villes étant devenues dangereuses, le programme a opté pour des cours en ligne. Le contenu, développé par l'Université d'État de Pennsylvanie (PSU), devrait être disponible en août 2015. Les cours seront accessibles de manière permanente sur le portail de la PSU et les étudiants pourront se faire aider par leurs professeurs. Cette approche permettra un accès aux cours en continu et plus équitable pour les universités arabes.

NECTAR a créé un diplôme industriel supérieur virtuel et un master en applications des nanosciences. Dans un premier temps, les deux programmes permettront de former des enseignants universitaires (principalement des titulaires de doctorat) qui seront ensuite chargés d'élaborer un programme d'enseignement secondaire en nanosciences dans chaque université. Les frais d'inscription ont considérablement diminué et ne couvrent que les frais de gestion du programme de la PSU. Le diplôme sera reconnu par la PSU et le master par les universités arabes participantes.

Il est probable que les industries pharmaceutique, chimique, pétrochimique, pétrolière, optoélectronique, électronique, de l'information, des engrais, du revêtement de surface, du bâtiment, de l'agroalimentaire et de l'automobile, entre autres, s'empresseront de recruter les diplômés du réseau.

En novembre 2014, le réseau a organisé un forum régional au Caire sur la mise en place d'une économie du savoir par le renforcement de l'enseignement scientifique et de l'enseignement supérieur. Suite au forum, l'UNESCO a proposé au gouvernement égyptien de mettre en place un programme d'éducation pilote qui s'étendra depuis la première année du primaire jusqu'aux niveaux postuniversitaires.

Source : Nazar Hassan, UNESCO.

La déclaration adoptée par les ministres réunis à Rabat en 2014 à l'occasion du deuxième[6] Forum sur la science, la technologie et l'innovation en Afrique fait écho à de nombreuses préoccupations de la *Déclaration de Rabat :* la nécessité d'accorder une plus grande importance à la recherche appliquée afin de résoudre des problèmes pratiques liés à l'assainissement, à la santé, à l'agriculture, à l'énergie et au changement climatique ; le rôle catalyseur des investissements publics dans la création d'un secteur privé florissant ; et la nécessité d'améliorer l'enseignement de la science, la technologie, l'ingénierie et les mathématiques et de faciliter la mobilité des chercheurs.

La plupart des universités relèguent la recherche au second plan

Un nombre croissant de gouvernements arabes, entre autres en Égypte, en Jordanie, au Liban, en Palestine et en Tunisie, mettent en place des observatoires chargés du suivi des systèmes scientifiques. Les analystes constatent cependant souvent, au vu des données disponibles, une corrélation directe entre le nombre de diplômés ou d'enseignants et le nombre de chercheurs. Cette interprétation est trompeuse car nombreux sont les étudiants ou les enseignants qui ne se consacrent pas à la recherche ; de fait, seule une poignée d'entre eux publie des articles dans des revues spécialisées cataloguées par Web of Science ou Scopus et a des contacts internationaux. De nombreuses universités arabes se maintiennent tout simplement à l'écart de la recherche. De plus, jusqu'à récemment, la recherche ne faisait pas partie des fonctions des professeurs d'université dans le monde arabe.

La comparaison du temps consacré par un individu à la recherche, à l'enseignement ou à d'autres tâches permet de dégager une conclusion déterminante. Il est rare que les enseignants des universités publiques et de la plupart des universités privées consacrent plus de 5 à 10 % de leurs activités professionnelles à la recherche, loin derrière leurs confrères européens et américains (entre 35 et 50 %). Une étude récente de l'Université américaine de Beyrouth révèle que les professeurs d'université consacrent environ 40 % de leur temps à la recherche, soit en moyenne deux publications par an et par chercheur en équivalent temps plein (ETP) [CESAO, 2014a].

Dans de nombreux États arabes dont la Jordanie, l'essentiel de la recherche scientifique est assuré par le système de l'enseignement supérieur, qui est lui-même confronté à des problèmes particuliers, à savoir l'insuffisance des ressources et l'explosion du nombre d'étudiants. L'importance accordée au classement des universités jordaniennes est telle que les recteurs s'interrogent sur la mission de leur établissement, à savoir générer des connaissances (c'est-à-dire les publications scientifiques) ou transmettre des savoirs (enseignement).

Des scientifiques sous pression pour publier dans les revues internationales

Les pressions exercées sur les scientifiques pour qu'ils publient dans les revues internationales renommées nuisent aux publications locales. En outre, les revues scientifiques arabes se heurtent à des problèmes de fond, comme leur publication irrégulière et l'absence d'examen objectif par des pairs. De nombreuses revues locales ne sont pas considérées comme des vecteurs crédibles d'avancement – y compris dans leur pays d'origine – ce qui n'a de cesse d'inciter de nombreux universitaires à publier, chaque fois que possible, dans des revues spécialisées internationales pratiquant l'examen collégial (CESAO, 2014b).

En 2010, l'Académie égyptienne de la recherche scientifique et de la technologie (ARST) a demandé à plusieurs revues de renommée internationale de dresser la liste des critères régissant la publication des articles. Cinq ans plus tard, l'académie a constaté une hausse de 200 % des revues pratiquant l'examen collégial.

En 2014, l'UNESCO et l'Organisation de la Ligue arabe pour l'éducation, la culture et la science (ALECSO) ont décidé de mettre en place un observatoire en ligne de la science et la technologie dans les pays arabes, qui proposera un portail pour les projets de recherche et un répertoire numérique des universités et centres de recherche scientifique arabes, ainsi que des brevets, des publications, des mémoires de master et des thèses de doctorat ; les scientifiques pourront organiser des conférences virtuelles sur le portail. L'observatoire hébergera également les observatoires nationaux des États arabes afin de créer une base de données d'indicateurs de la STI interactive et semi-automatisée.

L'expérience tunisienne est porteuse d'enseignements

Les pays arabes se heurtent à de nombreux écueils, y compris le manque de ciblage des priorités et des stratégies en matière de recherche, les fonds insuffisants pour atteindre les objectifs de recherche, l'importance méconnue de la qualité en matière de recherche, l'absence de réseaux adéquats, les efforts limités de collaboration et la fuite des cerveaux. Les statistiques disponibles révèlent clairement qu'à l'avenir, faute d'une augmentation du soutien public, les pays arabes ne pourront pas renforcer la recherche universitaire, resserrer les liens entre l'université et l'industrie et doter les diplômés des compétences professionnelles et entrepreneuriales nécessaires à la création de systèmes d'innovation nationaux viables.

La situation en Tunisie avant décembre 2010 est à cet égard porteuse d'enseignements : en dépit d'un franc soutien des pouvoirs publics à l'enseignement supérieur et à la recherche, les progrès socioéconomiques peinaient à atteindre les différentes couches de la société et à créer des emplois. Cette situation était, du moins en partie, due au manque de liberté des universitaires et au fait que l'allégeance au régime prenait le pas sur les compétences.

TENDANCES EN MATIÈRE DE R&D

Les investissements demeurent faibles mais la tendance est au changement

Les dépenses intérieures brutes de recherche et développement (DIRD) en pourcentage du PIB demeurent faibles dans le monde arabe. Il est bien entendu ardu pour les pays riches producteurs de pétrole, comme les États du Golfe, de hisser les DIRD au

6. Le premier forum s'est tenu à Nairobi en mars 2012. Axé sur la STI, il s'est concentré sur le chômage des jeunes, le développement du capital humain et la croissance inclusive. Les deux événements étaient organisés par l'UNESCO, la Banque africaine de développement, la Commission économique des Nations Unies pour l'Afrique et l'Union africaine de concert avec l'Association pour le développement de l'éducation en Afrique.

niveau – très élevé – de leur PIB. La Libye et le Maroc arrivent en tête en matière d'intensité de la R&D (figure 17.5) dans le monde arabe et prennent la place de la Tunisie, qui après avoir revu ses données nationales, a fait état d'un ratio DIRD/PIB de 0,71 % en 2009 et de 0,68 % en 2012. L'Égypte, la Jordanie et le Soudan affichent une faible intensité de la R&D depuis des décennies, et ce, en dépit du nombre croissant d'universités publiques et privées. Cependant, l'Égypte montre des signes de changement et est le seul pays pour lequel des données récentes sont disponibles à cet égard : en 2013, les DIRD ont représenté 0,68 % du PIB, un niveau jamais atteint auparavant. Pour sa part, l'Iraq n'a pas réussi à profiter de l'aubaine du cours élevé du pétrole ces dernières années pour améliorer son ratio DIRD/PIB, qui est demeuré à environ 0,03 % en 2011. La plupart des États arabes sont toujours à la remorque des pays de l'Organisation de la coopération islamique pour cet indicateur, entre autres la Malaisie et la Turquie qui affichaient respectivement 1,07 % et 0,86 % en 2011.

Si les données sur le type de R&D réalisé ne sont disponibles que pour de rares pays, elles suggèrent néanmoins l'importance accordée à la recherche appliquée dans le monde arabe. D'après l'Institut de statistique de l'UNESCO, en 2011, le Koweït a investi la totalité de ses DIRD dans la recherche appliquée, contre environ deux tiers pour l'Iraq et la moitié pour le Qatar. Ce dernier a consacré l'autre moitié à parts égales à la recherche fondamentale et au développement expérimental ; un quart de ses investissements (26,6 % en 2011) a été destiné aux sciences médicales et de la santé.

La Jordanie, le Maroc et la Tunisie affichent la plus forte densité de chercheurs

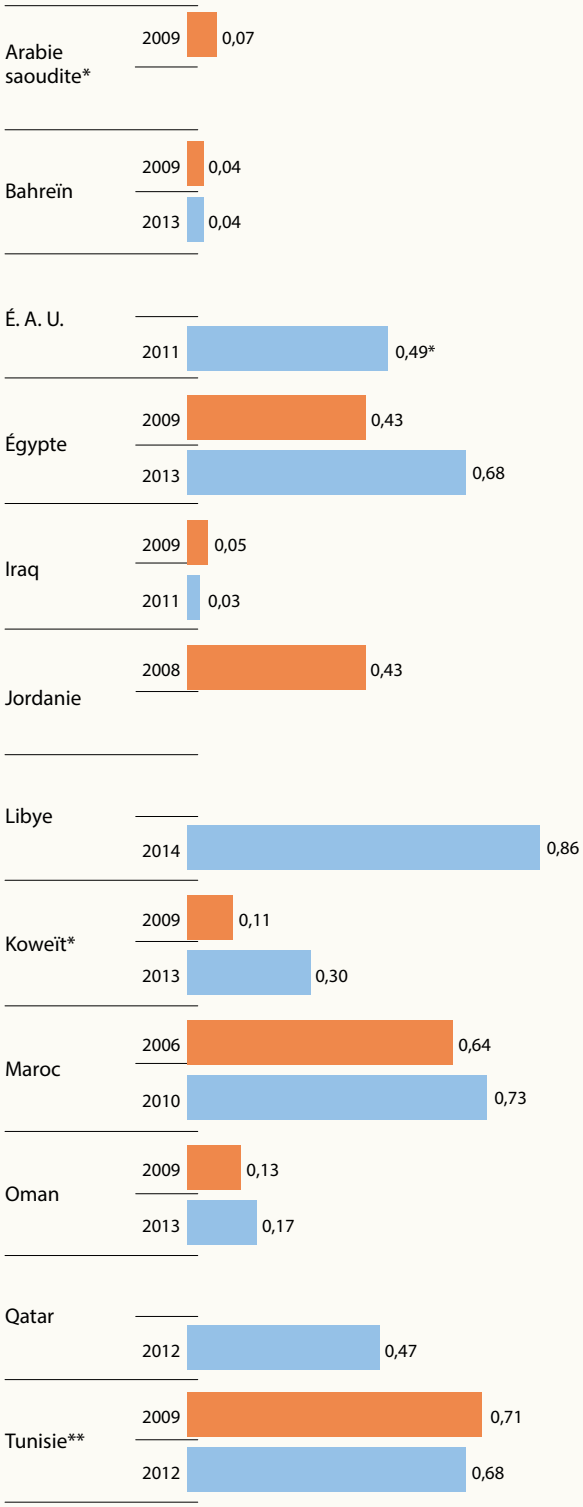
Dans un contexte marqué par une croissance démographique rapide, le nombre de chercheurs par million d'habitants est un indicateur de progrès plus parlant que les seuls effectifs. La Tunisie arrive en tête du classement régional avec 1 394 chercheurs ETP par million d'habitants (2012), suivie par le Maroc (figure 17.6). Les résultats de la Jordanie sont semblables à ceux de la Tunisie (1 913 chercheurs) mais ils datent de 2008.

L'Égypte et Bahreïn se rapprochent de la parité entre les sexes

L'Égypte (43 % de chercheuses) et Bahreïn (41 %) sont relativement proches de la parité entre les sexes (figure 17.7). Dans la plupart des autres pays pour lesquels des données sont disponibles, la proportion de femmes dans la recherche oscille entre 20 % et 33 %. L'Arabie saoudite est une exception notable : en 2009, les femmes ne représentaient que 1,4 % des chercheurs. Il faut cependant noter que ce pourcentage ne concerne que la Cité du roi Abdulaziz pour la science et la technologie. Ces dernières années, plusieurs pays, partant il est vrai d'un faible niveau, ont accru leurs effectifs de recherche. À cet égard, le cas de la Palestine est remarquable. Grâce aux efforts des universités palestiniennes, du gouvernement et de l'Académie palestinienne des sciences et de la technologie, en 2013, 23 % des chercheurs étaient des femmes.

Dans plusieurs pays, les femmes représentent plus de 40 % des chercheurs en sciences naturelles (Koweït, Égypte et Iraq) et en sciences médicales et de la santé (Koweït, Égypte, Iraq, Jordanie et Maroc). L'Égypte a atteint la parité entre les sexes en sciences

Figure 17.5 : **Ratio DIRD/PIB dans le monde arabe, 2009 et 2013 ou années les plus proches (%)**



* Estimations ** D'après des estimations nationales

Remarque : Les données sont incomplètes pour l'Arabie saoudite, Bahreïn (enseignement supérieur uniquement) et le Koweït (secteur public uniquement, en 2009).

Source : Institut de statistique de l'UNESCO, janvier 2015 ; pour le Soudan : Noor (2012) ; pour Oman : Al-Hiddabi (2014) ; pour la Libye : Conseil national de planification (2014) *Stratégie nationale pour la science, la technologie et l'innovation.*

sociales et sciences humaines. Les rares Saoudiennes chercheuses travaillent pour la plupart dans les sciences médicales et de la santé (tableau 17.2).

La proportion d'étudiants diplômés en science et technologie va de seulement 11 % en Jordanie à 44 % en Tunisie (tableau 17.3). Des données récentes concernant 10 pays révèlent que les femmes représentent de 34 % à 56,8 % des diplômés de l'enseignement supérieur en science, en ingénierie et en agronomie, soit un taux relativement élevé (tableau 17.4). En science et en agronomie, les femmes ont atteint la parité avec les hommes et sont même majoritaires dans la plupart des pays. À l'exception d'Oman, elles demeurent cependant une minorité en ingénierie (tableau 17.4).

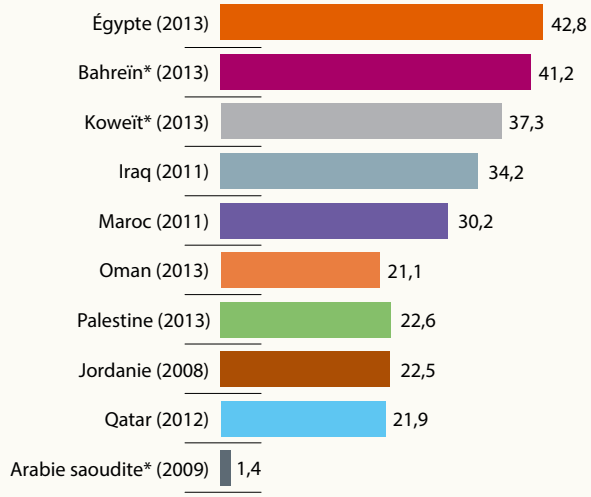
Les dépenses publiques en matière d'éducation représentent une part importante du PIB dans une grande partie du monde arabe. De plus, la majorité des pays pour lesquels des données sont disponibles consacrent plus de 1 % de leur PIB à l'enseignement supérieur (figure 17.8).

Un secteur commercial peu actif en matière de R&D

Dans de nombreux États arabes, l'essentiel des DIRD est l'apanage du secteur public, suivi par l'enseignement supérieur, tandis que le secteur privé ne participe pas, ou à peine, aux activités de recherche. Par exemple, d'après l'ASRT, le secteur privé ne contribue qu'à environ 5 % des dépenses nationales consacrées à la recherche (Bond *et al.,* 2012). Les Émirats arabes unis, la Jordanie, le Maroc, Oman, le Qatar et la Tunisie font exception à la règle. Erawatch estime que le secteur privé représente un tiers des DIRD en Jordanie, 30 % au Maroc (2010), 29 % dans les Émirats arabes unis (2011), 26 % au Qatar (2012) et 24 % à Oman (2011). D'après l'Institut de statistique de l'UNESCO, ce chiffre est de près de 20 % en Tunisie. Par ailleurs, les entreprises privées financent environ 24 % des DIRD au Qatar et 20 % en Tunisie.

Figure 17.7 : **Proportion de chercheuses arabes, 2013 (%)**

Sélection de pays, personnes physiques



* Données incomplètes.

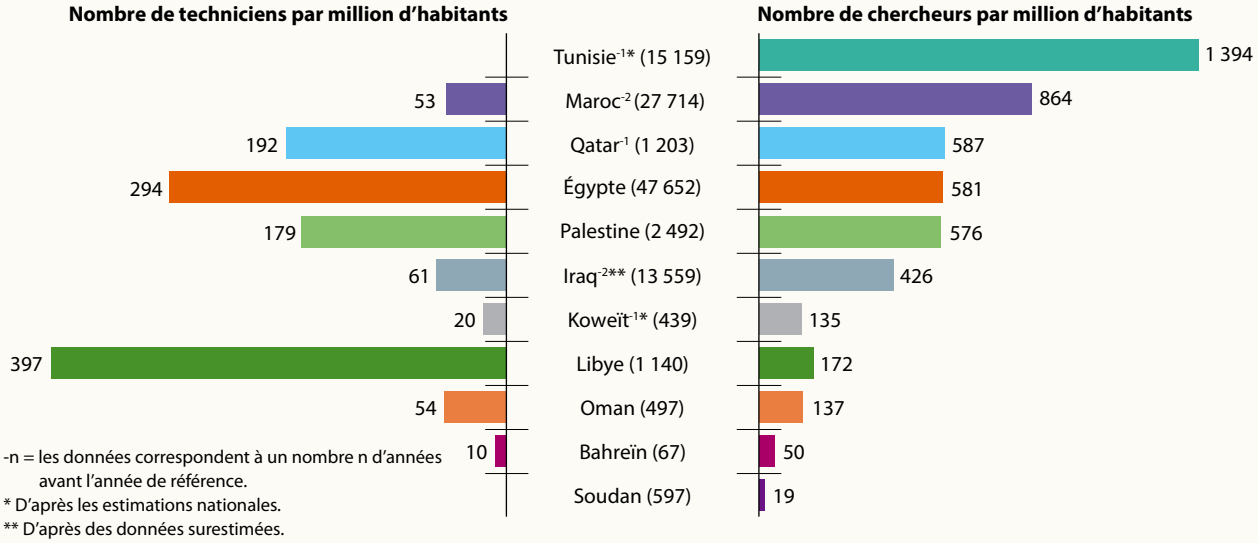
Remarque : Les données sur Bahreïn ne couvrent que l'enseignement supérieur et celles sur le Koweït et l'Arabie saoudite le secteur public.

Source : Institut de statistique de l'UNESCO, janvier 2015.

Il existe peu de données sur les chercheurs ETP ventilées par secteur d'emploi et par sexe dans la plupart des États arabes. Les données disponibles pour l'Égypte révèlent qu'en 2013, la plupart des chercheurs travaillaient dans l'enseignement supérieur (54 %) et le reste dans le secteur public (46 %) ; il faut toutefois signaler que ces résultats ne tiennent pas compte du secteur des entreprises (ASRT, 2014). En Iraq, pas moins de 8 chercheurs sur 10 (83 %) sont universitaires.

Figure 17.6 : **Techniciens et chercheurs ETP arabes par million d'habitants, 2013 ou année la plus proche**

Le nombre total de chercheurs est indiqué entre parenthèses



-n = les données correspondent à un nombre n d'années avant l'année de référence.
* D'après les estimations nationales.
** D'après des données surestimées.

Remarque : Les données sur Bahreïn et le Koweït ne couvrent respectivement que l'enseignement supérieur et le secteur public. Les données sur les techniciens marocains sont également incomplètes.

Source : Institut de statistique de l'UNESCO, janvier 2015 ; pour la Libye : Autorité libyenne pour la recherche, la science et la technologie ; pour le Soudan : Centre national de recherche.

Tableau 17.2 : **Chercheurs arabes (personnes physiques) par secteur d'emploi, 2013 ou année la plus proche (%)**
Sélection de pays

	Année	Sciences naturelles		Ingénierie et technologie		Sciences médicales et de la santé		Agronomie		Sciences sociales		Sciences humaines		Non classifiés	
		Total	Femmes	Total	Femmes	Total	Femmes	Total	Femmes	Total	Femmes	Total	Femmes	Total	Femmes
États du Golfe et Yémen															
Arabie saoudite*	2009	16,8	2,3	43,0	2,0	0,7	22,2	2,6	–	0,0	–	0,5	–	36,4	–
Koweït	2013	14,3	41,8	13,4	29,9	11,9	44,9	5,2	43,8	8,8	33,4	13,3	35,6	33,2	36,5
Oman	2013	15,5	13,0	13,0	6,2	6,5	30,0	25,3	27,6	24,3	23,7	13,2	22,1	2,2	33,3
Qatar	2012	9,3	21,7	42,7	12,5	26,0	27,8	1,6	17,9	14,3	34,6	4,8	33,7	1,3	31,8
Machrek et Égypte															
Égypte	2013	8,1	40,7	7,2	17,7	31,8	45,9	4,1	27,9	16,8	51,2	11,4	47,5	20,6	41,0
Iraq	2011	17,7	43,6	18,9	25,7	12,4	41,4	9,4	26,1	32,3	35,7	9,3	26,7	0,0	28,6
Jordanie	2008	8,2	25,7	18,8	18,4	12,6	44,1	2,9	18,7	4,0	29,0	18,1	32,3	35,3	10,9
Palestine	2013	16,5	–	10,9	–	5,8	–	4,8	–	27,7	–	34,2	–	0	
Maghreb															
Libye	2013	14,3	15,0	17,0	18	24,4	0,1	11,5	0,1	2,0	20,0	12,4	20,0	32,4	20,0
Maroc	2011	33,7	31,5	7,6	26,3	10,4	44,1	1,8	20,5	26,1	26,6	20,4	27,8	0	0

* Recherche publique uniquement.

Remarque : Les données sur Bahreïn ne couvrent que l'enseignement supérieur. La répartition des chercheurs en Égypte n'est disponible que pour le secteur de l'enseignement supérieur ; les données sur le secteur public sont incluses dans la dernière colonne.

Source : Institut de statistique de l'UNESCO, juin 2015 ; pour la Libye : Autorité libyenne pour la recherche, la science et la technologie.

Tableau 17.3 : **Diplômés arabes de l'enseignement supérieur en science, ingénierie et agronomie, 2012 ou année la plus proche**

	Année	Total (tous les domaines)	Science, ingénierie et agronomie		Science			Ingénierie, production et construction			Agronomie		
			Nombre	Part du total (%)	Nombre	Part de la science, l'ingénierie et l'agronomie (%)	Part du total (%)	Nombre	Part de la science, l'ingénierie et l'agronomie (%)	Part du total (%)	Nombre	Part de la science, l'ingénierie et l'agronomie (%)	Part du total (%)
Algérie	2013	255 435	62 356	24,4	25 581	41,0	10,0	32 861	52,7	12,9	3 914	6,3	1,5
Arabie saoudite	2013	141 196	39 312	27,8	25 672	65,3	18,2	13 187	33,5	9,3	453	1,2	0,3
É.A.U.	2013	25 682	5 866	22,8	2 087	35,6	8,1	3 742	63,8	14,6	37	0,6	0,1
Égypte	2013	510 363	71 753	14,1	21 446	29,9	4,2	38 730	54,0	7,6	11 577	16,1	2,3
Jordanie	2011	60 686	7 225	11,9	3 258	45,1	5,4	2 145	29,7	3,5	1 822	25,2	3,0
Liban	2011	34 007	8 108	23,8	3 739	46,1	11,0	4 201	51,8	12,4	168	2,1	0,5
Maroc	2010	75 744	27 524	36,3	17 046	61,9	22,5	9 393	34,1	12,4	1 085	3,9	1,4
Palestine	2013	35 279	5 568	15,8	2 832	50,9	8,0	2 566	46,1	7,3	170	3,1	0,5
Qatar	2013	2 284	671	29,4	119	17,7	5,2	552	82,3	24,2	0	0,0	0,0
Soudan	2013	124 494	23 287	18,7	12 353	53,0	9,9	7 891	33,9	6,3	3 043	13,1	2,4
Syrie	2013	58 694	12 239	20,9	4 430	36,2	7,5	6 064	49,5	10,3	1 745	14,3	3,0
Tunisie	2013	65 421	29 272	44,7	17 225	58,8	26,3	11 141	38,1	17,0	906	3,1	1,4

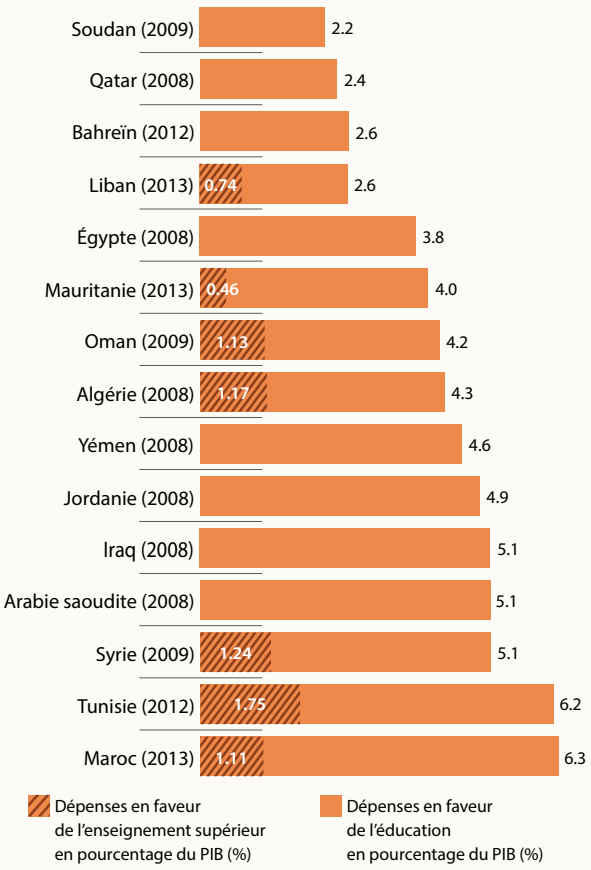
Source : Institut de statistique de l'UNESCO, juillet 2015.

Tableau 17.4 : **Part des diplômées arabes en science, ingénierie et agronomie, 2014 ou année la plus proche (%)**

Pays	Année	Science	Ingénierie	Agronomie	Science, ingénierie et agronomie
Arabie saoudite	2013	57,2	3,4	29,6	38,8
Bahreïn	2014	66,3	27,6	0,0	42,6
É.A.U.	2013	60,2	31,1	54,1	41,6
Jordanie	2011	65,2	13,4	73,4	51,9
Liban	2011	61,5	26,9	58,9	43,5
Oman	2013	75,1	52,7	6,0	56,8
Palestine	2013	58,5	31,3	37,1	45,3
Qatar	2013	64,7	27,4	0,0	34,0
Soudan	2013	41,8	31,8	64,3	41,4
Tunisie	2013	63,8	41,1	69,9	55,4

Source : Institut de statistique de l'UNESCO, juillet 2015.

Figure 17.8 : **Dépenses publiques afférentes à l'éducation dans les États arabes, en pourcentage du PIB (%)**



Source : Institut de statistique de l'UNESCO, juillet 2015 ; pour l'Iraq et la Jordanie : PNUD (2009) *Arab Knowledge Report,* tableau 5-4, p. 193.

En Égypte, les sciences médicales et de la santé emploient le plus grand nombre de chercheurs, conformément aux priorités nationales. Au Koweït et au Maroc, la majorité des chercheurs se consacre aux sciences naturelles (tableau 17.2). À Oman, en 2011, les sciences sociales concentraient la plupart des chercheurs tandis qu'au Qatar, l'ingénierie et la technologie l'emportaient. Il est intéressant de noter qu'un tiers des chercheurs palestiniens travaillaient dans les sciences humaines en 2011, le ratio le plus élevé dans le monde arabe.

Le Maroc règne sur les exportations de haute technologie, le Qatar et l'Arabie saoudite sur les publications

Compte tenu du rôle modeste du secteur privé arabe, la faible part des produits de haute technologie dans les exportations de produits manufacturés, en particulier dans les États du Golfe n'est pas surprenante (figure 17.9). Le Maroc est le premier exportateur de haute technologie de la région et n'est devancé que par l'Égypte en matière de brevets (tableau 17.5).

Autre fait digne d'intérêt, en 2014, le plus grand nombre d'articles scientifiques par million d'habitants était détenu par deux économies pétrolières, l'Arabie saoudite et le Qatar. Avec l'Égypte, leur production a également augmenté plus rapidement que celle des autres pays ces dernières années. Le Qatar et l'Arabie saoudite affichent en outre le taux de citation le plus élevé de la région (figure 17.10).

Deux tiers des articles scientifiques publiés dans le monde arabe entre 2008 et 2014 étaient corédigés avec des auteurs étrangers. Ces derniers sont généralement originaires d'Égypte, d'Arabie saoudite et des États-Unis, mais on constate une progression des scientifiques chinois, qui sont devenus des partenaires clés de l'Arabie saoudite, de l'Iraq et du Qatar (figure 17.10). Il convient de noter que seuls trois scientifiques arabes exerçant principalement dans une université arabe figurent dans la liste des chercheurs les plus cités[7] de Thomson Reuters pour 2014 : Ali H. Nayfeh (Université de Jordanie et Institut polytechnique et Université d'État de Virginie), Shaher El-Momani (Université de Jordanie et Université du roi Abdulaziz en Arabie saoudite) et Salim Messaoudi (Algérie), enseignant à l'Université roi Fahd du pétrole et des mines en Arabie saoudite.

7. http://highlycited.com/archive_june.htm.

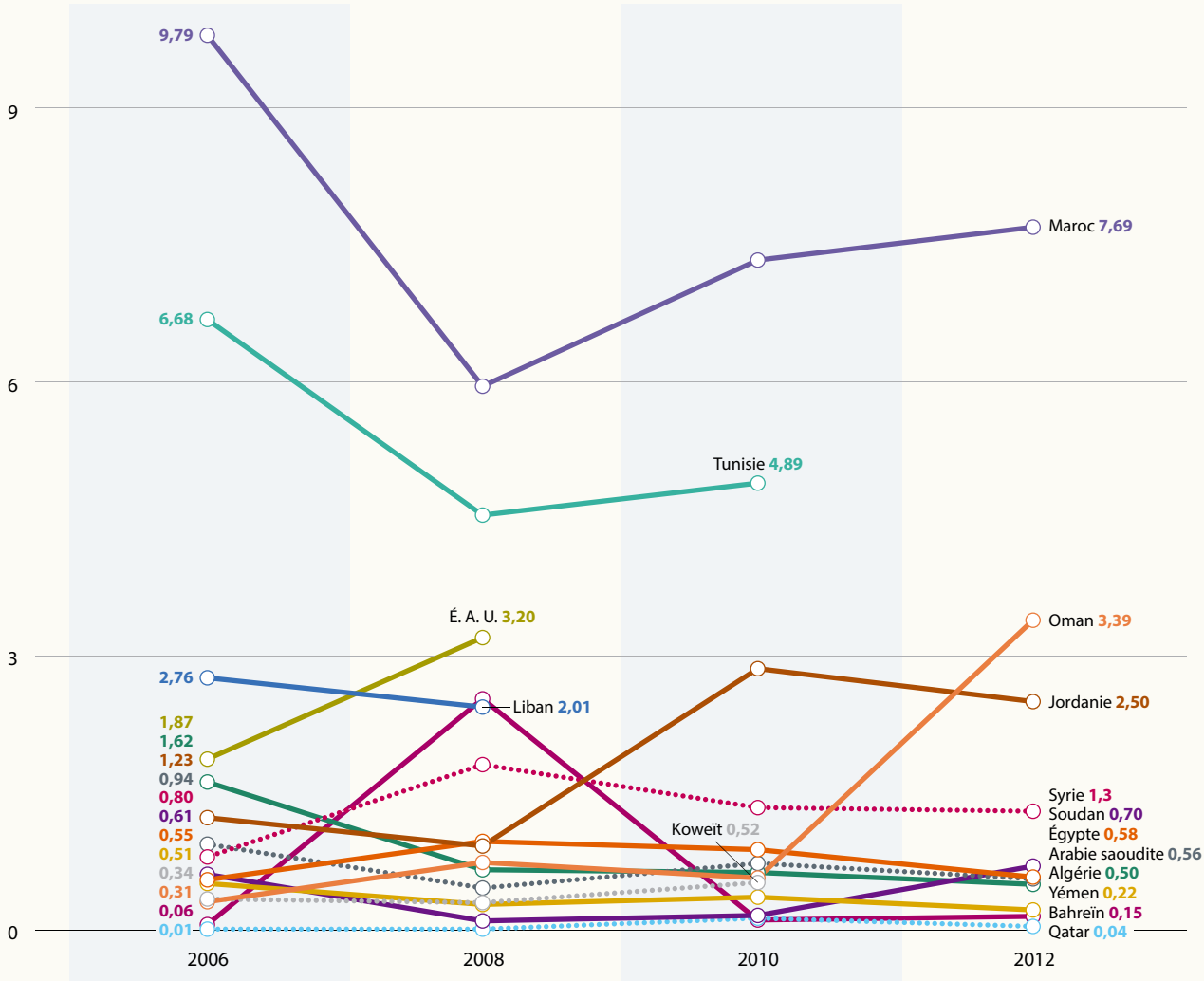
Tableau 17.5 : **Demandes de brevets dans les États arabes, 2010-2012**

	Demandes de brevets par les résidents			Demandes de brevets par les non-résidents			Nombre total de demandes de brevets		
	2010	2011	2012	2010	2011	2012	2010	2011	2012
Égypte	605	618	683	1 625	1 591	1 528	2 230	2 209	2 211
Maroc	152	169	197	882	880	843	1 034	1 049	1 040
Arabie saoudite	288	347		643	643		931	990	
Algérie	76	94	119	730	803	781	806	897	900
Tunisie	113	137	150	508	543	476	621	680	626
Jordanie	45	40	48	429	360	346	474	400	394
Yémen	20	7	36	55	37	49	75	44	85
Liban	0	0	0	13	2	2	13	2	2
Soudan	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Syrie	0	0	0	1	0	0	1	0	0

Source : Base de données statistiques de l'OMPI, décembre 2014 ; plate-forme de recherche Web of Science de Thomson Reuters, traitement des données par Science-Metrix.

Figure 17.9 : **Exportations de haute technologie du monde arabe, 2006, 2008, 2010 et 2012**

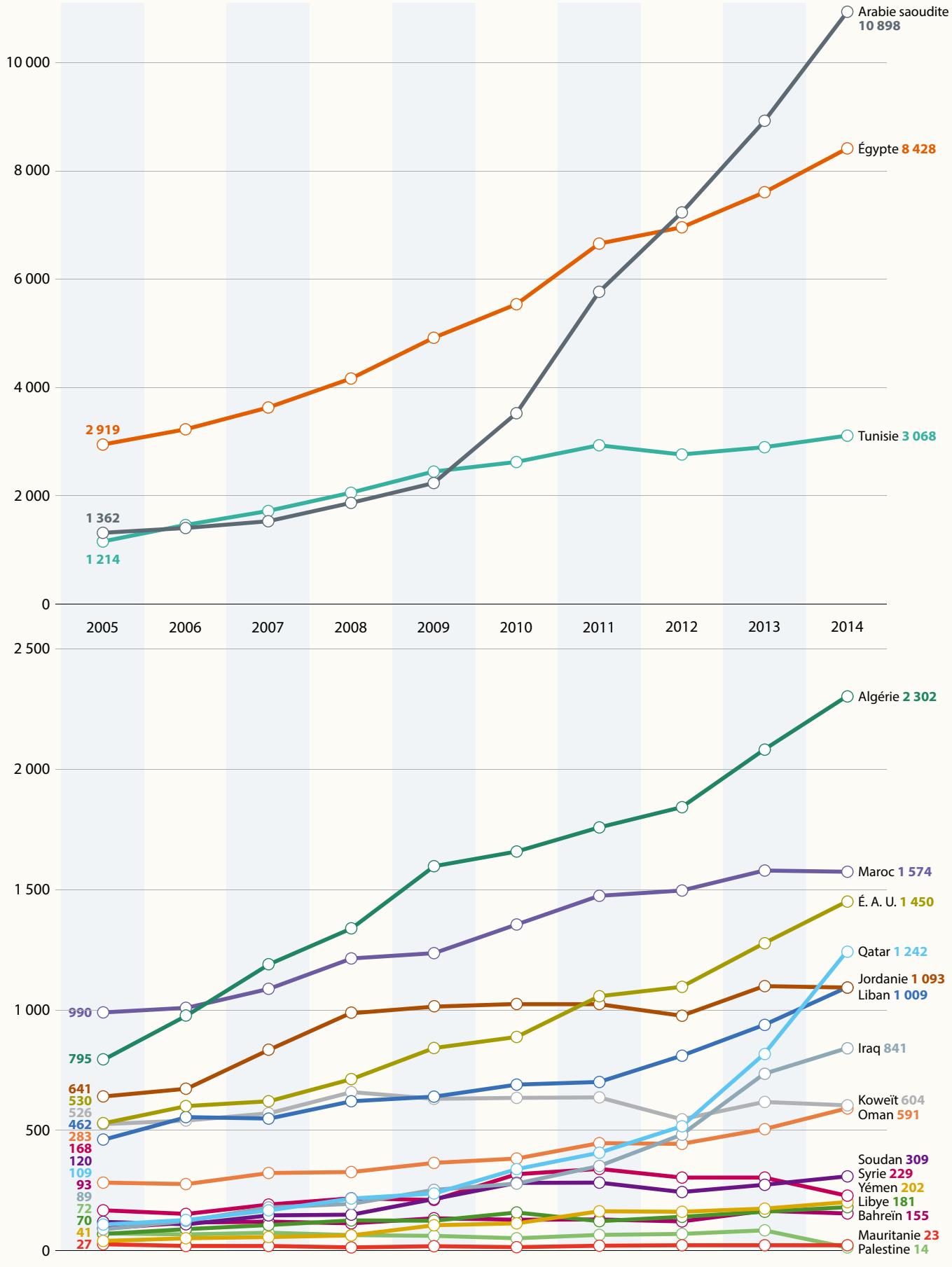
En pourcentage des exportations de produits manufacturés (%)



Source : Division de statistique des Nations Unies, juillet 2014.

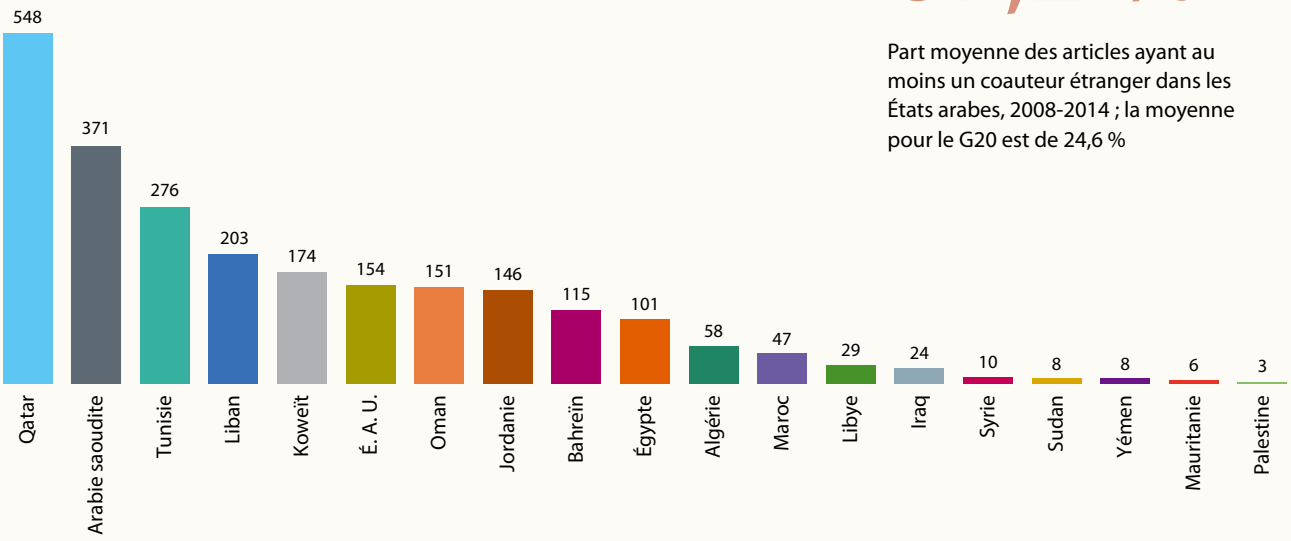
Figure 17.10 : **Tendances en matière de publications scientifiques dans les États arabes, 2005-2014**

Forte croissance en Arabie saoudite, en Égypte et au Qatar



Le Qatar, l'Arabie saoudite et la Tunisie affichent la plus forte intensité de publication

Publications par million d'habitants en 2014

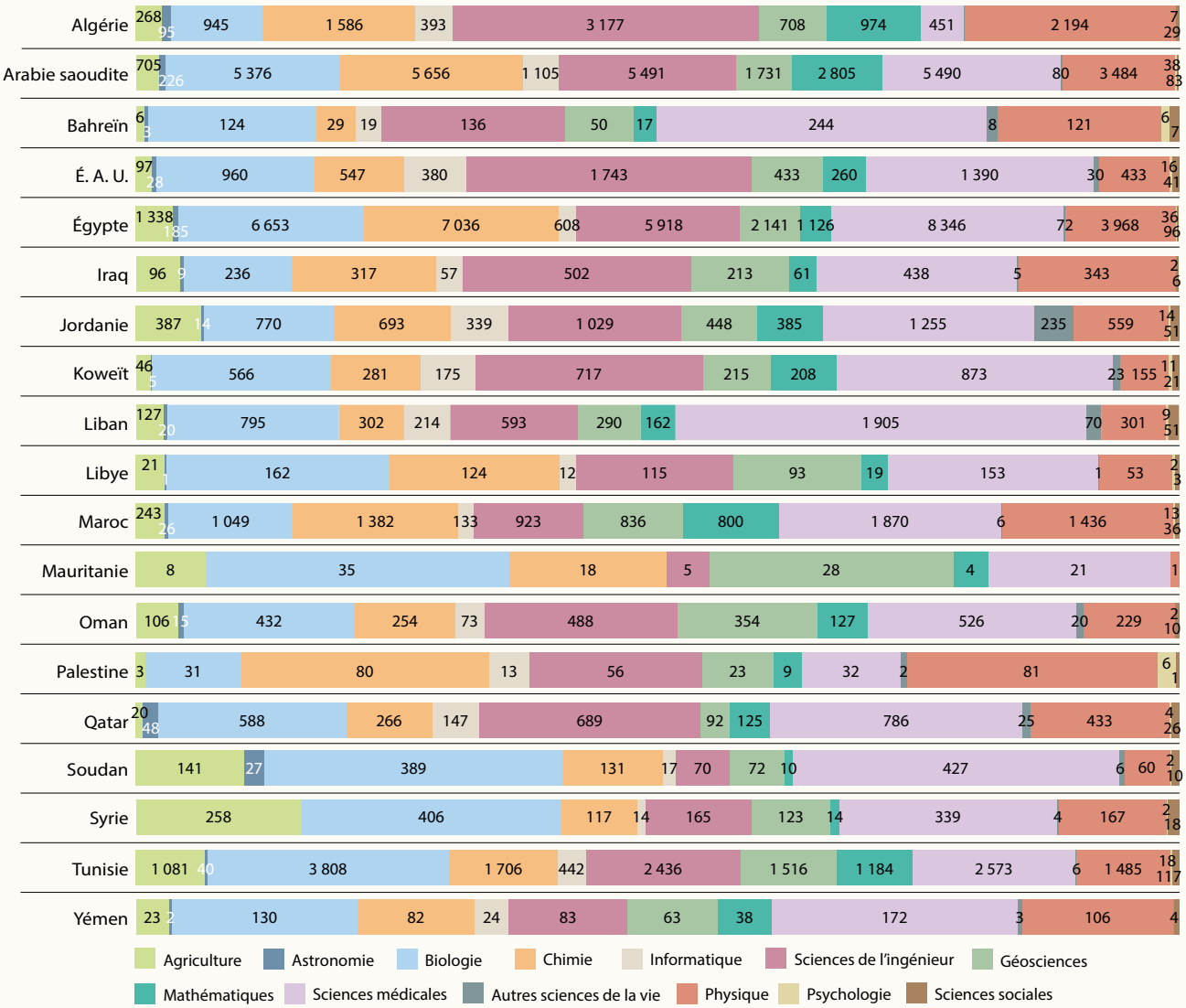


67,2 %

Part moyenne des articles ayant au moins un coauteur étranger dans les États arabes, 2008-2014 ; la moyenne pour le G20 est de 24,6 %

La plupart des publications des États arabes ont trait aux sciences de la vie, suivies de l'ingénierie et la chimie

Totaux cumulés par discipline, 2008-2014

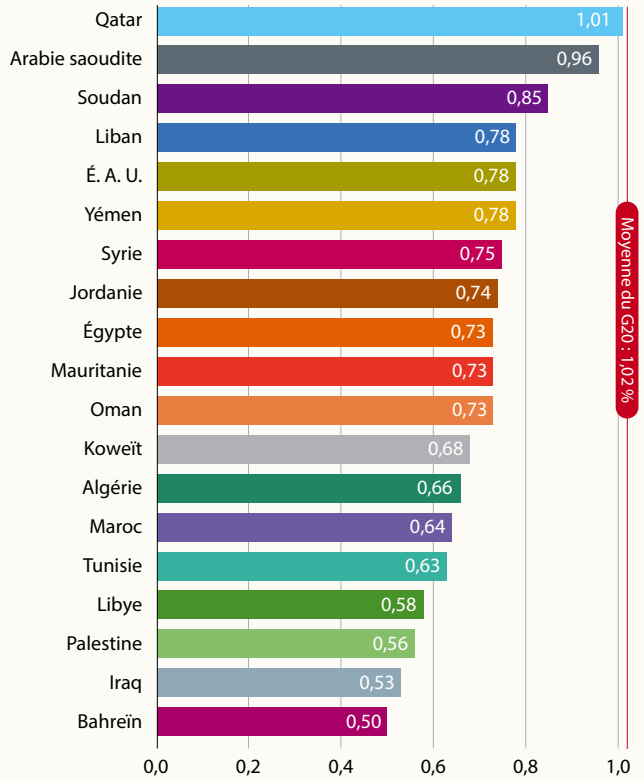


Remarque : Les articles non indexés, qui atteignent parfois un volume non négligeable, sont exclus des totaux : Arabie saoudite (8 264), Égypte (6 716), Tunisie (2 275), Algérie (1 747), Jordanie (1 047), Koweït (1 034) et Palestine (77).

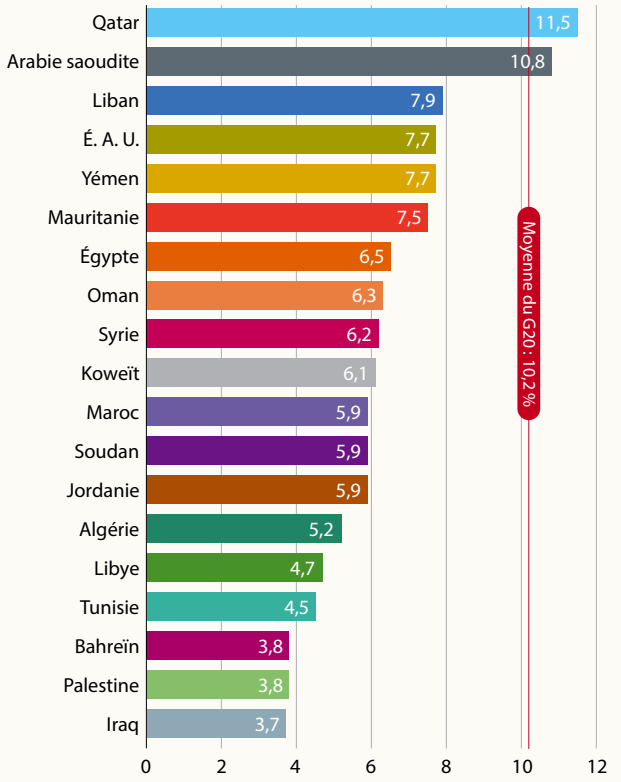
Figure 17.10 *(suite)*

Le Qatar et l'Arabie saoudite affichent le taux de citation le plus élevé

Taux moyen de citation des publications, 2008-2012



Part des 10 % de publications les plus citées, 2008-2012 (%)



La Chine est devenue un partenaire clé de l'Iraq, du Qatar et de l'Arabie saoudite

Principaux partenaires étrangers, 2008-2014

	1er partenaire	2e partenaire	3e partenaire	4e partenaire	5e partenaire
Algérie	France (4 883)	Arabie saoudite (524)	Espagne (440)	États-Unis (383)	Italie (347)
Arabie saoudite	Égypte (7 803)	États-Unis (5 794)	Royaume-Uni (2 568)	Chine (2 469)	Inde (2 455)
Bahreïn	Arabie saoudite (137)	Égypte (101)	Royaume-Uni (93)	États-Unis (89)	Tunisie (75)
Égypte	Arabie saoudite (7 803)	États-Unis (4 725)	Allemagne (2 762)	Royaume-Uni (2 162)	Japon (1 755)
Émirats arabes unis	États-Unis (1 505)	Royaume-Uni (697)	Canada (641)	Allemagne (389)	Égypte (370)
Iraq	Malaisie (595)	Royaume-Uni (281)	États-Unis (279)	Chine (133)	Allemagne (128)
Jordanie	États-Unis (1 153)	Allemagne (586)	Arabie saoudite (490)	Royaume-Uni (450)	Canada (259)
Koweït	États-Unis (566)	Égypte (332)	Royaume-Uni (271)	Canada (198)	Arabie saoudite (185)
Liban	États-Unis (1 307)	France (1 277)	Italie (412)	Royaume-Uni (337)	Canada (336)
Libye	Royaume-Uni (184)	Égypte (166)	Inde (99)	Malaisie (79)	France (78)
Maroc	France (3 465)	Espagne (1 338)	États-Unis (833)	Italie (777)	Allemagne (752)
Mauritanie	France (62)	Sénégal (40)	États-Unis (18)	Espagne (16)	Tunisie (15)
Oman	États-Unis (333)	Royaume-Uni (326)	Inde (309)	Allemagne (212)	Malaisie (200)
Palestine	Égypte (50)	Allemagne (48)	États-Unis (35)	Malaisie (26)	Royaume-Uni (23)
Qatar	États-Unis (1 168)	Royaume-Uni (586)	Chine (457)	France (397)	Allemagne (373)
Soudan	Arabie saoudite (213)	Allemagne (193)	Royaume-Uni (191)	États-Unis (185)	Malaisie (146)
Syrie	France (193)	Royaume-Uni (179)	Allemagne (175)	États-Unis (170)	Italie (92)
Tunisie	France (5 951)	Espagne (833)	Italie (727)	Arabie saoudite (600)	États-Unis (544)
Yémen	Malaisie (255)	Égypte (183)	Arabie saoudite (158)	États-Unis (106)	Allemagne (72)

Source : Plate-forme de recherche Web of Science de Thomson Reuters, Science Citation Index Expanded ; traitement des données par Science-Metrix.

PROFILS DE PAYS

ALGÉRIE



Diversification du bouquet énergétique

En 2008, l'Algérie a adopté un plan visant à maximiser le système de l'innovation national. Piloté par le Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique, le plan proposait de réorganiser la science et de développer les infrastructures, les ressources humaines et la recherche tout en renforçant le financement et la coopération scientifiques. En 2005, l'Algérie n'a consacré que 0,07 % de son PIB aux DIRD ; ces données sont partielles, mais elles n'en révèlent pas moins la très faible intensité de R&D dans les années précédant l'adoption du plan.

La Commission nationale pour l'évaluation des chercheurs permanents a été créée en 2000 afin de stimuler le travail des chercheurs en allouant plus de ressources financières à la recherche et en introduisant des mesures les incitant à mieux exploiter les résultats de leurs travaux. Le but était également d'intensifier la collaboration avec la diaspora algérienne. La 12e réunion de la commission s'est tenue en février 2012. Plus récemment, le Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique a fait part de son intention de mettre en place une académie nationale des sciences en 2015.

Entre 2008 et 2014, les scientifiques algériens ont surtout publié dans les domaines de l'ingénierie et de la physique. Leur production a enregistré une progression constante et a été multipliée par deux entre 2005 et 2009 et entre 2010 et 2014 (figure 17.10). Entre 2007 et 2014, 59 % des publications scientifiques algériennes comptaient des coauteurs étrangers.

L'Algérie est le troisième producteur de pétrole d'Afrique (voir figure 19.1) et le dixième producteur mondial de gaz naturel, mais, d'après le *Statistical Review of World Energy* de British Petroleum (2009), ses réserves connues de gaz pourraient être épuisées d'ici un demi-siècle (Salacanin, 2015). À l'instar de ses voisins, le Maroc et la Tunisie, l'Algérie s'emploie à diversifier son bouquet énergétique. Dans le cadre de son Programme des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique, adopté en mars 2011 et revu en 2015, 60 projets éoliens et solaires ont été approuvés. L'objectif est de satisfaire 40 % de la consommation nationale d'électricité à partir d'énergies renouvelables d'ici 2030. D'ici 2030, la mise en place d'infrastructures de production d'électricité fonctionnant à partir d'énergies renouvelables permettra de produire jusqu'à 22 000 MW, dont 12 000 MW seront destinés à couvrir la demande nationale et 10 000 MW à l'exportation. En juillet 2013, Alger a signé un protocole d'accord avec l'UE dans le domaine de l'énergie dont certaines dispositions prévoient le transfert vers l'Algérie de technologies relatives aux combustibles fossiles et aux énergies renouvelables.

ARABIE SAOUDITE



Des politiques visant à réduire la dépendance à l'égard de la main-d'œuvre étrangère

Dans le cadre de sa politique visant à bâtir une économie du savoir, le gouvernement a lancé un projet de développement de plusieurs milliards de dollars en vue de créer six nouvelles villes industrielles qui devraient, d'ici 2020, contribuer au PIB à hauteur de 150 milliards de dollars des États-Unis et créer 1,3 million d'emplois. Cette stratégie est cautionnée par le chiffre record des exportations non pétrolières en 2013. L'Arabie saoudite demeure cependant trop fortement dépendante de la main-d'œuvre étrangère : les Saoudiens ne représentent que 1,4 million des effectifs du secteur privé contre 8,2 millions d'étrangers, d'après le Ministère du travail (Rasooldeen, 2014). Dans le cadre du projet de « saoudisation » des emplois, les autorités tentent de promouvoir le recrutement de leurs citoyens et investissent dans la formation professionnelle et l'éducation afin de réduire la part des travailleurs étrangers dans les emplois techniques et spécialisés. En novembre 2014, un accord a été conclu avec la Finlande pour importer son modèle d'éducation d'excellence et renforcer le système national saoudien (Rasooldeen, 2014). D'ici 2017, la Corporation saoudienne de la formation technique et professionnelle devrait construire 50 lycées techniques, 50 instituts supérieurs techniques pour filles et 180 instituts industriels secondaires. Il s'agit de la première étape pour offrir des stages de formation à environ 500 000 étudiants, dont une moitié de filles. Les garçons et les filles se formeront à un métier dans des domaines tels que l'informatique, la manipulation d'équipements médicaux, la plomberie, l'électricité, la mécanique, les soins de beauté et la coiffure.

Deux universités parmi les 500 meilleures au monde

L'Arabie saoudite est désormais entrée dans la troisième phase de mise en œuvre de sa première politique nationale en matière de science et de technologie (2003), qui prévoit la création de centres d'excellence et l'amélioration des compétences et des qualifications des ressources humaines en s'appuyant sur la coopération internationale, l'augmentation des investissements dans les technologies de l'information, ainsi que l'utilisation de la science et de la technologie aux fins de préservation des ressources naturelles et de protection de l'environnement.

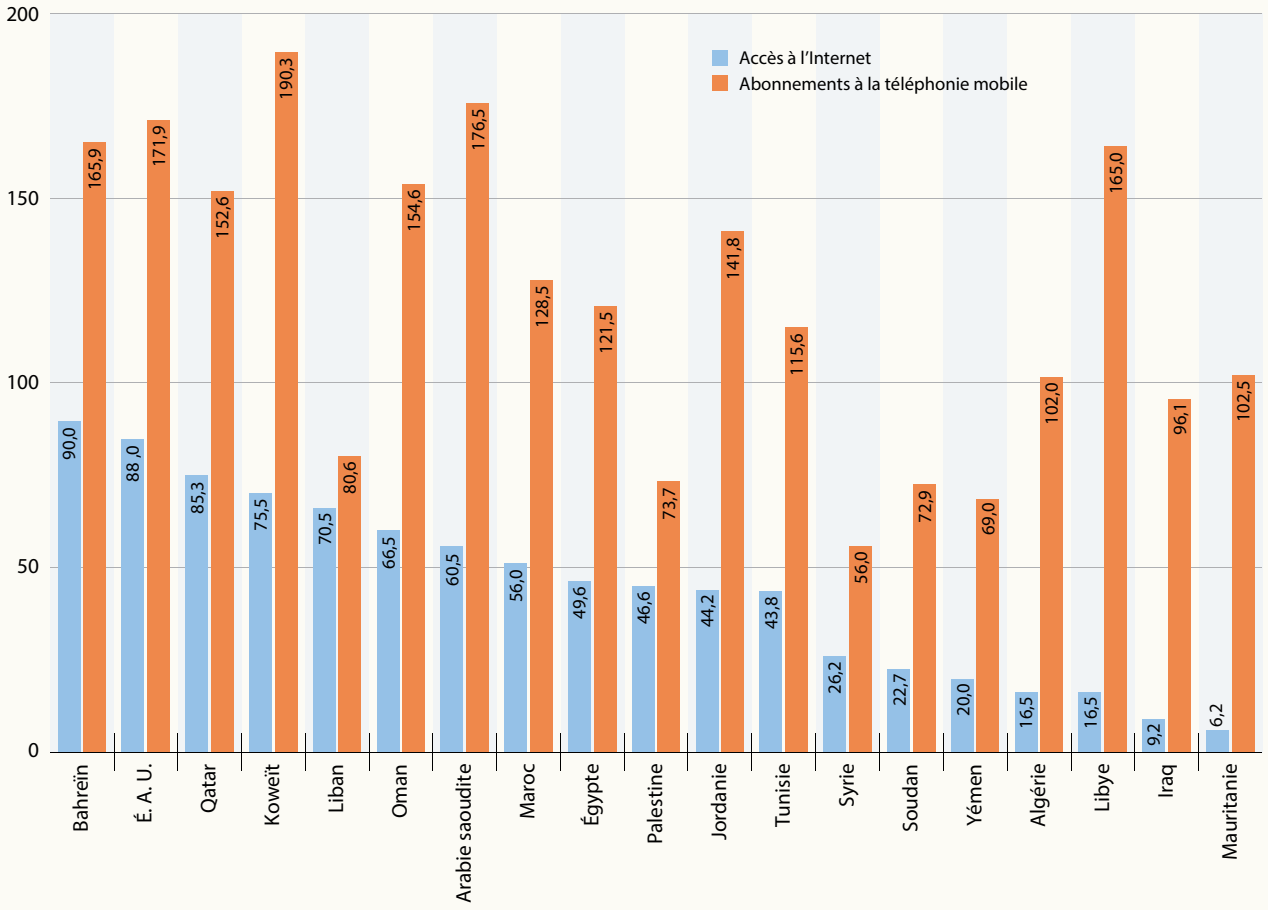
Le *Plan de développement quinquennal* adopté en 2010 prévoit de subventionner chaque année la recherche à hauteur de 240 millions de dollars des États-Unis et de créer plusieurs centres de recherche et incubateurs technologiques dans différentes universités.

D'après le classement mondial des universités 2014, l'Université du roi Abdulaziz et l'Université du roi Saoud figurent parmi les 500 meilleures. La première compte parmi ses professeurs associés plus de 150 chercheurs étrangers faisant l'objet de nombreuses citations[8] et la deuxième 15. Ces enseignants sont censés mener des recherches en Arabie saoudite et

8. http://highlycited.com/archive_june.htm.

Figure 17.11 : **Accès à l'Internet et abonnement à la téléphonie mobile dans les États arabes, 2013**

Pour 100 habitants



Source : Union internationale des télécommunications, février 2015.

collaborer avec leurs collègues saoudiens. Ce plan a permis aux deux universités de gagner des places dans les classements mondiaux, de stimuler la production globale de la recherche et de renforcer les capacités locales en matière de R&D.

La Cité du roi Abdulaziz pour la science et la technologie (KACST) fait office d'agence nationale de la science et accueille des laboratoires nationaux. Elle élabore des politiques, recueille des données, finance la recherche externe et agit à titre d'office national des brevets. Sa direction de la planification met au point les bases de données nationales intégrant des indicateurs relatifs à la STI. La KACST mène des recherches appliquées dans des domaines technologiques variés, dont la pétrochimie, les nanotechnologies, l'espace et l'aéronautique, les matériaux de pointe, les mathématiques, la santé, l'agriculture et le bâtiment. Elle fait en outre office d'incubateur technologique en promouvant les liens entre les universités de recherche et les secteurs public et privé afin d'encourager l'innovation, mais aussi le transfert et l'adaptation de la technologie présentant un potentiel commercial.

Une initiative intéressante est la création de l'Institut pour l'imagination et l'ingéniosité (2011) par Mme Hayat Sindi (née à la Mecque) dont l'objectif est de promouvoir une culture de l'entrepreneuriat dans le monde arabe grâce au mentorat (encadré 17.3).

La recherche œuvre à la réduction de la consommation énergétique

L'Arabie saoudite devrait revoir sa consommation énergétique, qui devrait augmenter de 250 % d'ici 2028. En 2012, un tiers de la production de pétrole était destiné à la consommation nationale et la demande augmente de 7 % par an, portée par l'augmentation de la richesse, la croissance démographique rapide et le faible prix de l'énergie. En 2011, l'Agence internationale de l'énergie de l'OCDE recensait environ 40 milliards de subventions énergétiques à l'échelle nationale, un problème dont le gouvernement est conscient. En 2010, le Programme national d'efficacité énergétique (2003) a été renforcé et est devenu une infrastructure permanente, le Centre saoudien de l'efficacité énergétique. En mai 2015, le gouvernement a annoncé la mise en place d'un programme de développement de l'énergie solaire qui devrait permettre d'exporter de l'électricité et non plus seulement des combustibles fossiles.

Le roi Abdallah fut en son temps un ardent défenseur de l'éducation et de la recherche. En 2007, il a demandé la création d'un centre indépendant qui mènerait des recherches objectives

Encadré 17.3 : **Des subventions pour les inventeurs en herbe du Golfe**

L'Institut pour l'imagination et l'ingéniosité (i2 Institute) est l'œuvre de Hayat Sindi, co-fondatrice de Diagnostics for All, une société à but non lucratif considérée en 2012 comme l'une des 10 entreprises biotechnologiques les plus innovantes du monde par la revue américaine *FastCompany* . Née en Arabie saoudite, Hayat Sindi a été la première femme du Golfe à obtenir un doctorat en biotechnologie, à l'Université de Cambridge (Royaume-Uni).

Elle affirme que « le Moyen-Orient doit surmonter des obstacles de taille en matière d'entrepreneuriat ». Au premier rang, citons le manque de compétences commerciales des scientifiques et des ingénieurs ; une peur de l'échec ancrée dans la culture ; le manque d'investisseurs potentiels prêts à apporter le capital-risque nécessaire ; et le peu d'intérêt des investisseurs régionaux pour les initiatives à vocation scientifique.

En 2011, Hayat Sindi a créé l'i2 Institute pour accompagner les jeunes inventeurs en herbe de la région dans la préparation de leurs projets. Armée d'un programme de bourse en trois volets, le seul en son genre dans le monde arabe, son ONG aide ces jeunes à donner forme à leur projet de manière à attirer les investisseurs.

Le premier appel à candidatures a été lancé en novembre 2012. Les doctorants et les étudiants en master pouvaient solliciter une bourse dans quatre domaines : l'eau, l'énergie, la santé ou l'environnement. Environ 50 inventeurs déjà détenteurs d'un brevet national ou international ont été sélectionnés. En février 2013, ils ont soumis leur projet à un jury international composé de scientifiques et de dirigeants d'entreprises. Le processus a abouti à la sélection de seulement 12 boursiers. Chacun d'entre eux s'est vu attribuer deux mentors (l'un dans la région, l'autre à l'étranger) chargés de l'aider à mettre au point un plan d'affaires. Le programme, d'une durée de huit mois, bénéficiait d'une subvention de 3 à 4 millions de dollars des États-Unis.

Le premier volet de six semaines, consacré à la préparation du plan d'affaires, s'est déroulé dans le cadre du programme d'entrepreneuriat géré conjointement avec la Harvard Business School et le Massachusetts Institute of Technology (MIT) aux États-Unis.

Le programme de sciences sociales constituait le deuxième volet. Les participants ont rencontré d'autres jeunes spécialisés dans l'innovation sociale, comme la fourniture d'eau et d'énergies propres, et ont ensuite dû résoudre un problème spécifique portant sur une question sociale. L'objectif de cet exercice était de leur donner confiance en leur capacité à relever de nouveaux défis.

Le troisième volet, réalisé dans le Media Lab du MIT, avait pour but de renforcer leurs compétences en matière de communication, et de leur apprendre à s'exprimer en public et à présenter leur projet à différents auditoires.

En 2014, des investisseurs potentiels ont assisté à la conférence qui s'est tenue dans la Ville économique du roi Abdallah à Riyad (Arabie saoudite) où les 12 participants ont défendu leur projet. Le deuxième cycle de candidature s'est conclu fin avril 2014.

Source : www.i2institute.org ; UNESCO (2013).

dans le domaine de l'énergie. C'est ainsi qu'en 2013, le Centre du roi Abdallah pour les études et les recherches pétrolières a vu le jour à Riyad ; son conseil d'administration veille à son indépendance et surveille son fonds de dotation. En 2009 a été inaugurée l'Université des sciences et des technologies du roi Abdallah.

BAHREÏN



Réduire sa dépendance à l'or noir

Bahreïn possède les réserves d'hydrocarbures les plus modestes des États du Golfe et son seul gisement terrestre ne produit que 48 000 barils par jour (Salacanin, 2015). L'essentiel de ses revenus provient du gisement offshore qu'il partage avec l'Arabie saoudite (cette dernière en assure cependant la gestion). Les réserves de gaz naturel devraient s'épuiser à brève échéance (moins de 27 ans), privant ainsi le pays de sources de capital pour assurer le développement de nouvelles industries.

La *Vision économique globale à l'horizon 2030* n'explique pas quelle stratégie sera mise en œuvre pour passer d'une économie axée sur la manne pétrolière à une économie productive et concurrentielle sur le plan mondial.

Outre le Ministère de l'enseignement et le Conseil de l'enseignement supérieur, les deux pôles d'activité en matière de STI sont l'Université de Bahreïn et le Centre du Bahreïn pour les études internationales stratégiques et de l'énergie. Ce dernier, créé en 2009, a pour mission de mener des recherches axées sur des questions stratégiques liées à la sécurité et l'énergie afin d'encourager une nouvelle réflexion et d'influencer la formulation des politiques.

Pour sa part, l'Université de Bahreïn a vu le jour en 1986. Elle compte plus de 20 000 étudiants, dont 65 % de femmes, et environ 900 enseignants, dont 40 % de femmes. Entre 1986 et 2014, l'université a publié 5 500 articles et ouvrages. Elle consacre 11 millions de dollars des États-Unis annuels à la recherche et compte un effectif de 172 hommes et 128 femmes.

De nouvelles infrastructures pour la science et l'éducation

En novembre 2008, le gouvernement bahreïnien et l'UNESCO ont conclu un accord portant création du Centre régional pour les technologies de l'information et de la communication à Manama sous l'égide de l'UNESCO, afin d'établir un pôle de connaissance pour les six États membres du Conseil de coopération du Golfe. En mars 2012, le centre a accueilli deux ateliers de haut niveau sur les technologies de l'information et de la communication (TIC) et l'éducation.

En 2013, le Centre de Bahreïn pour la science, qui cible un public âgé de 6 à 18 ans, a vu le jour. Les expositions actuelles de ce centre éducatif interactif sont consacrées à l'ingénierie, à la santé humaine, aux cinq sens, aux sciences de la Terre et à la biodiversité.

En avril 2014, Bahreïn a inauguré son Agence nationale des sciences de l'espace, qui œuvre à la ratification des accords internationaux portant sur l'espace extra-atmosphérique comme le Traité de l'espace, l'Accord sur le sauvetage des astronautes, le retour des astronautes et la restitution des objets lancés dans l'espace extra-atmosphérique, la Convention sur la responsabilité internationale pour les dommages causés par des objets spatiaux, la Convention sur l'immatriculation des objets lancés dans l'espace extra-atmosphérique et le Traité sur la Lune. L'agence mettra en place des infrastructures de qualité pour l'observation de l'espace extra-atmosphérique et de la Terre. Elle compte, entre autres, bâtir une culture scientifique au sein du royaume et encourager l'innovation technologique.

Bahreïn affiche le taux de pénétration de l'Internet le plus élevé du monde arabe, suivi par les Émirats arabes unis et le Qatar (figure 17.11). Dans tous les États du Golfe, l'accès à l'Internet a connu un essor fulgurant entre 2009 et 2013 : il est passé de seulement 53 % à Bahreïn et au Qatar et de 64 % dans les Émirats arabes unis en 2009 à plus de 85 % en 2013. À l'opposé, en 2013, moins de 1 personne sur 10 avait accès à l'Internet en Iraq et en Mauritanie.

ÉGYPTE



Une ferveur révolutionnaire favorable à la science

À l'heure actuelle, l'ensemble des documents stratégiques nationaux égyptiens reconnaît le rôle crucial de la science et de la technologie pour l'avenir du pays. Adoptée en 2014, la Constitution charge l'État d'allouer 1 % du PIB à la R&D et dispose dans son article 23 que « l'État assure la liberté de la recherche scientifique et encourage les institutions de recherche scientifique comme un moyen de parvenir à la souveraineté nationale et à la construction de l'économie du savoir. Il parraine les chercheurs et les inventeurs[9] ».

Pendant des décennies, la science et la technologie étaient fortement centralisées en Égypte et relevaient surtout du secteur public. La R&D était essentiellement le fait d'universités et de centres de recherche publics supervisés par le Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique qui, en 2014, s'est scindé en deux portefeuilles : le Ministère de l'enseignement supérieur et le Ministère de la recherche scientifique. À des fins d'amélioration de la coordination, les centres de recherche, autrefois répartis entre différents ministères, sont aujourd'hui en cours de réforme sous la tutelle du Conseil suprême des centres et instituts de recherche scientifique.

Le *Rapport de l'UNESCO sur la science 2010* recommandait aux États arabes de créer des observatoires nationaux de la STI. Inauguré en février 2014, l'Observatoire égyptien de la science, de la technologie et de l'innovation réalise la collecte, l'analyse et la communication des données sur le développement des capacités nationales en matière de science et de technologie, et fournit des conseils sur les stratégies de formulation des politiques et sur l'octroi des ressources. L'observatoire est basé dans les locaux de l'Académie égyptienne de la recherche scientifique et de la technologie et a publié une première série de données en 2014 (ASRT, 2014). Celles-ci ne tiennent pas compte du secteur des entreprises mais révèlent cependant une hausse des DIRD de 0,43 % en 2009 à 0,68 % du PIB en 2013. L'observatoire recense également 22 000 chercheurs ETP dans les instituts de recherche publics et 26 000 dans les universités publiques. À peine plus de la moitié (24) des 42 universités égyptiennes sont des institutions publiques et concentrent les trois quarts des inscriptions.

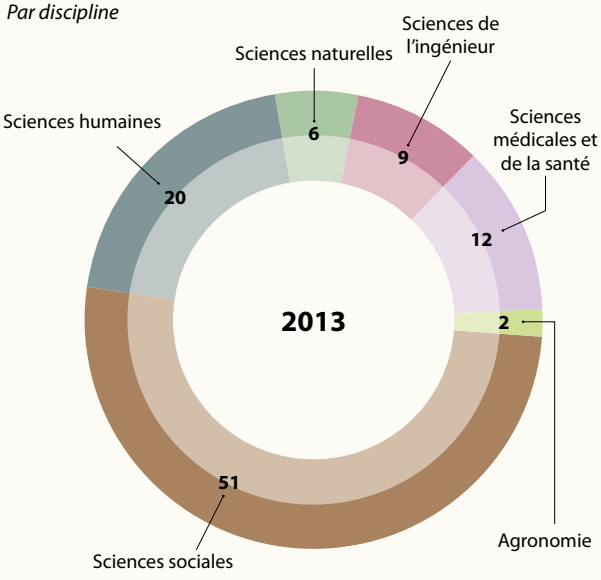
Une réforme visant à préparer les diplômés au marché

Les dépenses publiques dans l'enseignement supérieur affichent un niveau honorable de 1 % du PIB (la moyenne des pays de l'OCDE est de 1,4 %) et représentent 26 % des dépenses publiques totales dans l'éducation, presque l'équivalent de la moyenne de l'OCDE (24 %). Toutefois, la plupart de ces ressources, loin d'être destinées aux programmes éducatifs, servent à couvrir des frais administratifs, notamment les salaires du personnel universitaire et non universitaire, d'où l'obsolescence de l'équipement, des infrastructures et des supports d'apprentissage. Les dépenses moyennes par étudiant ne sont que de 902 dollars des États-Unis (23 % du PIB par habitant), soit à peine un dixième des 9 984 dollars observés dans les pays de l'OCDE (37 % du PIB par habitant).

Le cursus universitaire minimum est de quatre ans. Le nombre d'étudiants par professeur est généralement élevé, en particulier dans les sciences humaines et les sciences sociales, qui attirent 7 étudiants sur 10 (figure 17.12). Ces dernières années, la

Figure 17.12 : **Étudiants égyptiens inscrits dans les universités publiques, 2013 (%)**

Par discipline



Source : ASRT (2014).

9. Voir http://stiiraqdev.wordpress.com/2014/03/15/sti-constitutions-arab-countries/.

proportion de diplômées de l'enseignement supérieur reflète une progression vers la parité entre les sexes, mais seulement dans les zones urbaines. Le clivage monde rural-monde urbain en ce qui concerne l'écart entre les sexes est toujours d'actualité.
Les lycées techniques proposent un cursus spécialisé de deux ans dans des domaines comme l'industrie manufacturière, l'agronomie, le commerce et le tourisme. Certains dispensent un enseignement sur cinq ans qui débouche sur un diplôme de haut niveau mais considéré comme moins prestigieux qu'un diplôme universitaire. 95 % des inscriptions dans les lycées techniques post-secondaires sont attribuées à des jeunes issus du cursus général (alors que seuls 60 % d'entre eux sont orientés vers ce type d'établissement), ce qui empêche de nombreux étudiants issus des lycées techniques et professionnels de poursuivre leur formation.

Le gouvernement a annoncé un plan de réforme de l'enseignement supérieur de 5,87 milliards de dollars des États-Unis visant à préparer les diplômés au marché et à contribuer à l'économie du savoir. Le plan sera mis en œuvre en deux phases sur la période 2014-2022. Son financement relève des nouvelles habilitations constitutionnelles en vertu desquelles l'État doit allouer au moins 4 % de son budget à l'éducation, 2 % à l'enseignement supérieur et 1 % à la recherche scientifique (articles 19 à 21 de la Constitution de 2014) ; il prévoit en outre une réforme législative visant à améliorer les mécanismes de gouvernance.

Favoriser davantage l'enseignement technique et professionnel

Le plan vise à accroître l'accès à l'enseignement technique au sein des universités, à veiller à l'assurance de la qualité, à relever le niveau de l'enseignement, à conformer les acquis de l'enseignement supérieur aux exigences du marché de l'emploi et à renforcer la dimension internationale des universités. Le gouvernement a récemment commencé à préparer la mise en place de critères préférentiels d'admission pour les étudiants au talent prometteur afin de faciliter leur parcours universitaire.

Relance de la Cité de la science et de la technologie Zewail

L'Université du Nil est la première université de recherche égyptienne. Créée en 2006 par la Fondation égyptienne pour l'enseignement de la technologie, une organisation à but non lucratif, cette institution privée est située dans la banlieue du Caire, sur un terrain mis à disposition par le gouvernement. En mai 2011, le gouvernement de transition a réaffecté le terrain et les locaux pour y bâtir la Cité de la science et de la technologie Zewail et a déclaré l'ensemble « projet national de renaissance scientifique » (Sanderson, 2012).

La Cité de la science et de la technologie Zewail n'avait jamais vu le jour depuis que son créateur, le prix Nobel Ahmed Zewail, en avait soumis l'idée au Président Moubarak en 1999. Le constat selon lequel l'Égypte ne pourrait bâtir une économie du savoir qu'en promouvant une culture de l'entrepreneuriat technologique sous la houlette de projets tels que la Cité Zewail, a fini par redonner de l'élan au projet. En avril 2014, le Président Al-Sissi a cédé plus de 80 hectares au campus permanent de la Cité de la science et de la technologie Zewail dans la ville du 6 octobre, située à environ 32 kilomètres du centre du Caire. Lorsqu'elle sera achevée, la Cité[10] comptera cinq unités : une université, des instituts de recherche, un parc technologique, une académie et un centre d'études stratégiques.
L'Académie égyptienne de la recherche scientifique et de la technologie a été créée en 1972. Cette organisation sans but lucratif est affiliée au Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique, issu de la fusion des deux portefeuilles en septembre 2015. Il ne s'agit pas d'une académie des sciences dans le sens conventionnel du terme car jusqu'en 2007, elle gérait le budget de R&D des universités et des centres de recherche. Aujourd'hui, elle fait office de laboratoire d'idées et de centre de conseil sur les politiques pour le ministère et coordonne les programmes de recherche nationaux.

Début 2015, le Ministère de la recherche scientifique mettait la touche finale à sa *Stratégie pour la science, la technologie et l'innovation*. En février 2015, avec l'assistance technique de l'UNESCO, il a organisé un dialogue politique sur la STI en présence d'experts internationaux. Par la suite, un rapport a émis, sur demande de l'UNESCO, une série de recommandations pour promouvoir la recherche scientifique en Égypte (Tindemans, 2015). Citons, entre autres, les mesures suivantes :

- Une plateforme devrait être créée par le gouvernement, de concert avec les parties prenantes de l'économie et de la société, qui servira à formuler une vision et une stratégie de valorisation du rôle de la STI dans le développement socioéconomique ;
- Afin d'améliorer le suivi et la coordination de la mise en œuvre des politiques et d'en faciliter l'évaluation, le Ministère de la recherche scientifique devrait jouer un rôle de premier plan dans le cycle budgétaire des instituts placés sous sa supervision et publier un bilan annuel complet des dépenses de R&D des secteurs public et privé ; le ministère devrait également diriger un comité permanent de haut niveau composé de membres du ministère chargés de recueillir et de valider les informations élémentaires sur le système d'innovation national ;
- Le Ministère de la recherche scientifique devrait nouer des liens étroits avec le Ministère de l'industrie et du commerce ;
- Le Parlement devrait adopter un cadre juridique pour la recherche scientifique composé de lois générales et de lois spéciales ;
- Le droit des brevets devrait être assoupli afin de favoriser l'innovation ;
- Les ministères doivent être bien mieux au fait des besoins et des aspirations du secteur privé et doivent engager une collaboration beaucoup plus étroite avec le Centre pour la modernisation de l'industrie et la Fédération des industries égyptiennes ;
- L'ASRT et le Ministère de la recherche scientifique doivent mettre en place un cadre de promotion de l'innovation industrielle et de coopération entre, d'une part, les entreprises et, d'autre part, les universités et les instituts de recherche publics ;

10. Voir www.zewailcity.edu.eg.

- Il convient de créer une agence nationale de financement de l'innovation chargée de soutenir la recherche du secteur privé et la coopération entre les secteurs public et privé et dont la principale mission est le financement par voie de concours ;
- L'Observatoire égyptien de la science, de la technologie et de l'innovation devrait recueillir avant tout des données sur les investissements du secteur public et du secteur privé dans la R&D ; les données actuelles sur les DIRD et les chercheurs doivent faire l'objet d'une analyse critique en vue d'assurer leur fiabilité ; la mise en place d'un groupe d'experts internationaux indépendants peut s'avérer utile à cet égard ;
- Le Ministère de la recherche scientifique devrait collaborer étroitement avec le Ministère de l'enseignement supérieur. Le déficit en termes de recherche scientifique se traduit également par le manque de contextualisation des supports d'apprentissage dans l'enseignement supérieur.

ÉMIRATS ARABES UNIS



Un climat propice aux affaires

Les Émirats arabes unis ont réduit leur dépendance à l'égard des exportations de pétrole en développant d'autres secteurs économiques, comme les affaires, le tourisme, les transports et le bâtiment et, plus récemment, les technologies spatiales. Abou Dhabi est devenu le septième plus grand port du monde. La crise financière de 2008-2009 a particulièrement touché le marché immobilier dubaïote. Des sociétés telles que Dubai World, qui gérait un portefeuille d'investissement dans le développement urbain pour le compte de l'État, ont accumulé d'importantes dettes extérieures.

Avec la chute du cours du pétrole depuis la mi-2014, la croissance économique repose désormais principalement sur la reprise soutenue des secteurs du bâtiment et de l'immobilier de Dubaï et sur les investissements massifs dans les transports, le commerce et le tourisme. Dubaï a lancé un projet de construction titanesque : le plus grand centre commercial du monde et pas moins de 100 hôtels. L'émirat construit également l'« ébauche verte » des futures villes durables (encadré 17.5) et investit dans un bâtiment imprimé en 3D entièrement fonctionnel (encadré 17.4). Un projet prévoyant la construction d'un réseau ferré national, mis entre parenthèses pendant la crise financière mondiale, est revenu à l'ordre du jour.

Les Émirats arabes unis sont réputés avoir l'un des meilleurs climats des affaires de la région. Mi-2013, une nouvelle loi sur les sociétés commerciales, dont les dispositions se rapprochent des normes internationales, a été adoptée. Elle n'assouplit cependant pas la règle interdisant une participation étrangère majoritaire dans les sociétés émiraties et met en place un programme « d'émiratisation » de l'emploi privilégiant le recrutement fondé sur la nationalité, une mesure susceptible de réduire les investissements étrangers, d'après le groupe Coface, spécialiste de l'assurance-crédit[11].

L'économie du savoir est inconcevable sans la science

La *Stratégie du gouvernement* (2011-2013) jette les bases de la réalisation de la *Vision 2021*, adoptée en 2010. L'une des sept priorités de la stratégie consiste à bâtir une économie du savoir compétitive et, indirectement, à promouvoir et à favoriser, entre autres, l'innovation et la R&D.

En mai 2015, le Ministère de l'économie a annoncé la création du prix de l'innovation professionnelle Mohammed Bin Rashid Al Maktoum en partenariat avec la Chambre de commerce et d'industrie de Dubaï. Cette initiative, point culminant de l'année de l'innovation des Émirats arabes unis, s'inscrit dans le cadre de la stratégie fédérale visant à bâtir les piliers de l'économie du savoir.

L'Indice de l'innovation du secteur privé de Dubaï

La Chambre de commerce et d'industrie de Dubaï met également en place deux nouvelles initiatives destinées à stimuler l'innovation. La première est l'Indice de l'innovation du secteur privé, le premier en son genre, qui mesure les progrès de l'émirat dans son ambition de devenir la ville la plus innovante au monde. La deuxième est le *Cadre stratégique*

11. Voir www.coface.com/Economic-Studies-and-Country-Risks/United-Arab-Emirates.

Encadré 17.4 : Dubaï « imprime » son premier bâtiment en 3D

Dubaï compte présenter au monde le premier bâtiment entièrement fonctionnel construit à l'aide d'imprimantes en trois dimensions (3D). Il accueillera le personnel du Musée du futur jusqu'à l'achèvement des travaux de celui-ci en 2018.

Les experts estiment que la technologie d'impression en 3D permettra de réduire de 50 à 70 % les délais de construction, de 50 à 80 % le coût de la main-d'œuvre et de 30 à 60 % les déchets de construction.

Ce bâtiment, qui accueillera des bureaux, sera intégralement conçu à l'aide d'imprimantes 3D puis assemblé sur place. L'ensemble du mobilier et des éléments structurels sera également construit avec la technologie de l'impression en 3D ; ils seront composés d'un mélange de béton armé spécial et de plastique et de plâtre renforcés de fibre de verre.

Le projet est soutenu par le Comité national de l'innovation. Selon les mots de son président, Mohammed Al Gergawi, « ce bâtiment sera le symbole de l'efficacité et de la créativité de la technologie d'impression en 3D qui, selon nous, va révolutionner les secteurs de la construction et du design ».

Les partenaires de Dubaï pour ce projet sont la société chinoise WinSun Global, les célèbres cabinets d'architecture Gensler, Thornton Tomasetti et Syska Hennessy, la Société nationale de la construction de Chine, eConstruct et Killa Design.

Source : *Gulf News* (2015).

Encadré 17.5 : **Masdar City : ébauche des villes vertes de demain**

La ville artificielle de Masdar est située à environ une demi-heure d'Abou Dhabi. Sa construction, qui a démarré en 2008, s'étendra jusqu'en 2020. Masdar City est une ébauche des villes vertes de demain : l'objectif est d'en faire la ville la plus durable au monde, où l'urbanisation rapide s'accompagnera d'une consommation réduite d'énergie et d'eau et d'une faible production de déchets.

Les techniques architecturales traditionnelles arabes et modernes s'allient pour faire face aux températures estivales élevées et tirer parti des vents dominants. Masdar City possède l'une des plus grandes installations de panneaux photovoltaïques sur toiture du Moyen-Orient.

La ville se construit autour de l'Institut Masdar pour les sciences et la technologie, un établissement universitaire indépendant de deuxième cycle axé sur la recherche, créé en 2007, et spécialisé dans les énergies modernes et les technologies durables. Les sociétés sont encouragées à tisser des liens étroits avec l'université afin d'accélérer la commercialisation de technologies de pointe.

D'après les estimations, d'ici 2020, la ville comptera 40 000 habitants, des entreprises, des établissements scolaires, des restaurants et d'autres infrastructures.

D'aucuns soutiennent cependant qu'il aurait été plus avisé de rendre les villes existantes plus écologiques au lieu d'en bâtir une artificielle.

Source : Adaptation de www.masdar.ac.ae.

pour l'innovation de la Chambre de Dubaï, le premier en dehors des États-Unis, qui fournira un outil de référence par rapport aux autres pays et une feuille de route pour la mise en œuvre.

Deux satellites de surveillance de la Terre en orbite

L'Institut émirien pour les sciences et technologies avancées (EIAST, 2006) a placé en orbite son premier satellite d'observation de la Terre, Dubai Sat 1, en 2009 ; Dubai Sat 2 a suivi en 2013. Ces satellites ont été conçus et mis au point par la société coréenne Satrec Initiative et par une équipe d'ingénieurs de l'EIAST ; leurs domaines d'application sont, entre autres, la planification urbaine et la surveillance de l'environnement. Les ingénieurs de l'EIAST et leur partenaire préparent actuellement un troisième satellite, Khalifa Sat, dont le lancement est prévu en 2017. En 2014, le gouvernement a fait part de son intention d'envoyer la première sonde arabe sur Mars en 2021. Les Émirats arabes unis songent depuis des années à créer une agence spatiale panarabe.

Une Fondation nationale de la recherche

Le Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique a inauguré en mars 2008 la Fondation nationale de la recherche. Ses subventions par voie de concours sont destinées aux chercheurs individuels ou en équipes des universités publiques et privées, aux instituts et aux sociétés de recherche. Les projets de recherche sont soumis à un examen collégial international et doivent justifier d'avantages socioéconomiques[12].

L'Université des Émirats arabes unis est le principal acteur de la recherche scientifique nationale. Ses centres de recherche[13] ont contribué de manière significative au développement dans les émirats des ressources hydriques et pétrolières, des énergies renouvelables, entre autres l'énergie solaire, et des sciences médicales. Depuis 2010, l'université a déposé au moins 55 brevets d'invention. En juin 2014, elle avait obtenu environ 20 brevets[14].

L'Université des Émirats arabes unis a établi des partenariats de recherche solides dans des domaines tels que le pétrole et le gaz, l'eau, les soins de santé, la productivité agricole, la protection de l'environnement, la sécurité routière et la réhabilitation des structures en béton. Elle a créé un réseau actif de partenaires de recherche dans des pays comme l'Allemagne, l'Australie, les États-Unis, la France, le Japon, Oman, le Qatar, la République de Corée, le Royaume-Uni, Singapour et le Soudan.

IRAQ



La recherche scientifique est inscrite dans la Constitution

L'Iraq était autrefois un important acteur régional de la R&D, mais les guerres successives qui l'ont ravagé depuis 1980 et l'exode des scientifiques l'ont privé de son capital institutionnel et humain. Depuis 2005, le gouvernement tente de rétablir l'ancien rayonnement scientifique qui faisait la fierté du pays. La Constitution de 2005 dispose que « l'État encourage la recherche scientifique à des fins pacifiques au service de l'humanité, et soutient l'excellence, la créativité, l'innovation et les différents aspects de l'inventivité » (article 34).

À partir de 2005, l'UNESCO a aidé l'Iraq à élaborer un *Plan directeur pour la science, la technologie et l'innovation* (2011-2015) dont l'objectif était de relancer l'économie suite à l'invasion américaine de 2003 et de répondre aux problèmes sociaux urgents comme la pauvreté et la dégradation de l'environnement. Après avoir analysé les forces et les faiblesses de différents secteurs, l'UNESCO a soutenu l'Iraq dans la préparation d'un *Programme et cadre d'action* (2013) visant à compléter le *Plan national de développement* (2013-2017) et, à terme, à élargir la politique de STI.

En 2010, les universités de Bagdad, Bassora et Salahaddin ont rejoint le Campus virtuel Avicenne pour la science et la technologie. Elles ont ainsi accès au matériel pédagogique élaboré par les autres membres du réseau de l'UNESCO[15],

12. Voir www.nrf.ae/aboutus.aspx.

13. Citons, entre autres, le Centre Zayed bin Sultan Al Nahyan pour les sciences de la santé ; le Centre national de l'eau ; le Centre de recherche sur la sécurité et les transports routiers ; le Centre pour le leadership et les politiques publiques ; le Centre Khalifa pour le génie génétique et la biotechnologie et le Centre pour la recherche énergétique et environnementale.

14. Voir www.uaeu.ac.ae/en/dvcrgs/research.

15. Le réseau Avicenne comprend également des universités d'Algérie, de Chypre, d'Égypte, d'Espagne, de France, d'Italie, de Jordanie, du Liban, de Malte, du Maroc, de Palestine, du Royaume-Uni, de Syrie, de Tunisie et de Turquie.

et peuvent également l'enrichir en y apportant leur propre contenu. L'occupation de territoires iraquiens par le groupe terroriste Daech a entravé l'expansion du réseau Avicenne dans le pays. Le 20 juin 2014, l'Iraq a lancé son premier satellite de surveillance de l'environnement, TigrisSat, depuis une base russe. Il permet de surveiller les tempêtes de sable et de poussière, ainsi que les précipitations potentielles, le couvert végétal et l'évaporation.

JORDANIE



Un observatoire de la STI est en cours de préparation

Le Conseil supérieur de la science et de la technologie de Jordanie (établi en 1987) est un organisme public et indépendant chargé de superviser la recherche scientifique nationale. Il est à l'origine de la première politique nationale sur la science et la technologie (1995). En 2013, il a mis au point la *Politique et stratégie nationales relatives à la science, la technologie et l'innovation* (2013-2017), qui comprend les sept objectifs suivants :

- Encourager le gouvernement et la communauté scientifique à adopter les priorités en matière de R&D et à développer l'économie du savoir définie en 2010 par le Conseil et le Fonds de soutien à la recherche scientifique dans le document *Définition des priorités en matière de recherche scientifique en Jordanie pour la période 2011-2020* ;
- Étendre la culture scientifique à l'ensemble du système éducatif ;
- Mettre la R&D au service du développement ;
- Bâtir des réseaux de connaissance en matière de science, de technologie et de recherche ;
- Tirer parti de l'innovation pour favoriser les projets d'investissement ;
- Transposer les résultats de la R&D dans des projets commerciaux ;
- Contribuer à l'excellence de la formation et de l'acquisition de compétences.

Le Conseil supérieur de la science et de la technologie a identifié les cinq domaines de mise en œuvre des projets qui permettront de concrétiser cette stratégie : cadre institutionnel ; politiques et législation ; infrastructures de STI ; ressources humaines ; et environnement de la STI. L'analyse du système de l'innovation national révèle que la recherche ne contribue pas suffisamment à la croissance économique et à la résolution des problèmes chroniques, comme ceux ayant trait à l'eau, à l'énergie et à l'alimentation. Quelque 24 projets ont été proposés pour la période 2013-2017 pour un coût estimé d'environ 14 millions de dollars des États-Unis ; le gouvernement n'a pas encore alloué ces fonds. Les projets comportent, entre autres, un examen de la politique nationale de STI, l'institutionnalisation de l'innovation, la création de mesures d'incitation pour les chercheurs et les innovateurs, la création d'incubateurs technologiques et l'établissement d'une base de données sur la recherche. Il est prévu de créer au sein du Conseil supérieur de la science et de la technologie une unité spécialement destinée aux scientifiques jordaniens expatriés. Le Conseil est responsable, de concert avec les ministères concernés, de la mise en œuvre, du suivi et de l'évaluation de ces 24 projets. Depuis plus de six ans, le Conseil supérieur de la science et de la technologie participe avec la Commission économique et sociale

Encadré 17.6 : Le projet SESAME illuminera bientôt la région

La Jordanie accueille le premier grand centre scientifique interdisciplinaire de la région, SESAME (Rayonnement synchrotron pour les sciences expérimentales et appliquées au Moyen-Orient), où se trouve le plus important accélérateur de particules de la région.

Les synchrotrons fonctionnent en accélérant à très grande vitesse un faisceau d'électrons dans un anneau de stockage. L'excès d'énergie produit une lumière intense qui, une fois captée, permet d'observer en détail les structures les plus minuscules. La source de rayonnement agit comme un appareil de radiographie ultraperfectionné qui permet aux chercheurs d'étudier un large éventail de matières (virus, nouveaux médicaments, nouveaux matériaux, objets archéologiques).

Les synchrotrons sont aujourd'hui des outils indispensables de la science moderne. Il existe environ 50 anneaux de stockage opérationnels dans le monde, qui produisent ce type de rayonnement synchrotron. La plupart se trouvent dans des pays à revenu élevé, mais le Brésil (voir encadré 8.2) et la Chine en possèdent également.

La région comptera sa première source de rayonnement synchrotron début 2017, une fois l'anneau de stockage construit et le laboratoire SESAME et ses deux faisceaux pleinement opérationnels. Les scientifiques visitent déjà le site de SESAME, attirés par son spectromètre infrarouge à transformée de Fourier en fonctionnement depuis août 2014.

La construction du centre a commencé en 2003. SESAME est un projet de coopération intergouvernementale entre des scientifiques et des pays du Moyen-Orient mis en place sous l'égide de l'UNESCO. Le Conseil de SESAME en assure la gouvernance.

Les membres de SESAME sont l'Autorité palestinienne, Bahreïn, Chypre, l'Égypte, l'Iran, Israël, la Jordanie, le Pakistan et la Turquie. Les observateurs sont l'Allemagne, le Brésil, la Chine, l'Espagne, les États-Unis, la Fédération de Russie, la France, la Grèce, l'Italie, le Japon, le Koweït, le Portugal, le Royaume-Uni, la Suède, la Suisse, et l'Union européenne.

Outre ses objectifs scientifiques, SESAME promeut la solidarité et la paix dans la région par l'intermédiaire de la coopération scientifique.

Source : Susan Schneegans, UNESCO.
Voir (en anglais) www.sesame.org.jo/sesame.

des Nations Unies pour l'Asie occidentale (CESAO) au projet de création d'un observatoire de la science, de la technologie et de l'innovation, qui gérera la première base de données nationale complète en matière de R&D et sera hébergé par le Conseil.

En 2013, le Conseil supérieur de la science et de la technologie a publié la *Stratégie nationale de l'innovation* (2013-2017), fruit de la collaboration[16] avec le Ministère de la planification et de la coopération internationale, avec le soutien de la Banque mondiale. Les domaines ciblés sont, entre autres, l'énergie, l'environnement, la santé, les TIC, les nanotechnologies, l'éducation, l'ingénierie, la banque et les technologies propres.

Relance de deux fonds de recherche

Le Fonds jordanien de soutien à la recherche scientifique[17], créé en 2006, connaît un second souffle depuis 2010. Géré par le Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique, il finance des investissements dans les infrastructures et les ressources humaines à l'aide de subventions de recherche concurrentielles portant sur la gestion écologique de l'eau et les applications technologiques. Le fonds soutient des projets d'entrepreneuriat et aide les entreprises jordaniennes à résoudre leurs problèmes techniques ; il encourage en outre les organismes privés à allouer des ressources à la R&D et décerne des bourses de mérite aux étudiants. Jusqu'à présent, le fonds a financé des projets de R&D en Jordanie, dont 70 % ont trait à l'énergie, à l'eau et aux soins de santé, pour un total de 13 millions de dinars jordaniens (environ 18,3 millions de dollars É.-U.).

En outre, le Fonds de soutien à la recherche scientifique a désormais pour mission de rationaliser les activités financées par le Fonds pour la recherche scientifique et la formation professionnelle (créé en 1997). Ce dernier s'attache entre autres à garantir que toutes les entreprises jordaniennes à participation publique réservent 1 % de leurs bénéfices nets à la recherche ou à la formation professionnelle au sein de leur structure, ou versent un montant équivalent au fonds, qui le distribuera aux mêmes fins. L'initiative a souffert du manque de précision de la définition de la recherche et de la formation professionnelle et en 2010, de nouvelles réglementations ont été adoptées qui formulent des définitions plus précises et prévoient des dépenses de 1 % dans la R&D.

Le Bureau roi Abdullah II de conception et de développement (KADDB) est un organisme indépendant au sein des forces armées jordaniennes qui conçoit des produits de défense et des solutions de sécurité pour la région. Le KADDB collabore avec les universités jordaniennes pour aider les étudiants à adapter leurs projets de recherche à ses besoins.

La Jordanie accueille le Centre technologique de la CESAO depuis sa création en 2011. Le centre a pour mission « d'aider les pays membres et leurs organisations publiques et privées dans l'acquisition des outils et des capacités nécessaires pour accélérer le développement socioéconomique ».

La Jordanie accueille également le site du projet SESAME (Rayonnement synchrotron pour les sciences expérimentales et appliquées au Moyen-Orient) qui devrait être pleinement opérationnel en 2017 (encadré 17.6).

KOWEÏT



Une transition difficile

L'invasion iraquienne de 1990 a sonné le déclin de la plupart des secteurs non pétroliers koweïtiens, aggravé par la décision de centaines d'entreprises et d'institutions étrangères, y compris de banques et de courtiers en investissement, d'abandonner le pays et de s'installer ailleurs dans la région. Les principales raisons du ralentissement économique étaient la fuite de capitaux et l'annulation d'importants projets de développement, comme l'accord avec l'entreprise pétrochimique Dow Chemical qui a ensuite engagé une action en justice contre le Koweït et lui a réclamé une compensation de 2,1 milliards de dollars des États-Unis. En mai 2012, Dow Chemical a eu gain de cause, alourdissant les pertes financières du Koweït (Al-Soomi, 2012).

Ces dernières années, le pays a laissé passer plusieurs occasions de mettre en œuvre des projets de développement d'une grande valeur économique tandis que sa dépendance à l'égard des revenus du pétrole a augmenté. Leader régional de la science, la technologie et l'enseignement supérieur dans les années 1980, le Koweït n'a depuis cessé de perdre du terrain dans ces domaines. En 2014, le *Rapport sur la compétitivité dans le monde* du Forum économique mondial a révélé la baisse importante de nombreux indicateurs relatifs à la STI. Outre le Ministère de l'éducation et le Ministère de l'enseignement supérieur, les trois principaux acteurs nationaux de la science sont la Fondation koweïtienne pour l'avancement des sciences, l'Institut koweïtien pour la recherche scientifique et l'Université du Koweït. En 2010-2011, la Fondation koweïtienne pour l'avancement des sciences a mis au point un nouveau plan de mobilisation des ressources financières et humaines afin de stimuler les secteurs public et privé et d'améliorer la compréhension de la science par la société.

L'Institut koweïtien pour la recherche scientifique (1967) se consacre à la recherche appliquée dans trois grands domaines : le pétrole, l'eau, l'énergie et la construction ; l'environnement et les sciences de la vie ; et l'ingénierie techno-économique. Il conseille également le gouvernement sur sa politique de recherche. Récemment, l'institut a mis l'accent sur l'excellence scientifique, le souci du client, le leadership technologique international, la commercialisation des résultats de la recherche et la création de nouveaux centres. Le huitième plan stratégique actuel (2015-2020) s'appuie sur l'établissement de feuilles de route technologiques pour développer des solutions systèmes pour des technologies spécifiques dans les domaines du pétrole, de l'énergie, de l'eau et des sciences de la vie.

Le secteur de la recherche de l'Université du Koweït soutient les initiatives universitaires de recherche fondamentale, de recherche

16. En dépit de la similarité de leur nom, la *Stratégie nationale de l'innovation* et la *Politique et stratégie nationales relatives à la science, la technologie et l'innovation* (2013-2017) sont deux documents différents.

17. Voir www.srf.gov.jo.

appliquée et de sciences humaines. Il octroie des subventions de recherche dans le cadre de plusieurs mécanismes de financement et soutient, avec le Massachusetts Institute of Technology (États-Unis), un programme de recherche commun sur les ressources naturelles. Pour sa part, le parc de recherche de l'Université du Koweït a une orientation plus commerciale. Il s'attache à jeter les bases de l'innovation et de l'essaimage technologique en lien avec la recherche industrielle et cible le dépôt de brevets et la commercialisation. Les chercheurs universitaires ont fait des progrès ; pendant l'année universitaire 2010-2011, ils ont annoncé l'acquisition de six brevets américains et la délivrance de deux brevets en 2011-2012 puis quatre en 2012-2013.

LIBAN



Trois institutions dominent la recherche

Si le Liban compte plus de 50 universités privées et une publique, seuls trois établissements exécutent l'essentiel de la recherche[18] : l'Université du Liban, l'Université Saint-Joseph et l'Université américaine de Beyrouth. Ils collaborent parfois avec l'un des quatre centres de recherche gérés par le Conseil national de la recherche scientifique (CNRS Liban, créé en 1962) et/ou l'Institut de recherche agronomique du Liban.

Parmi les organisations non gouvernementales (ONG) scientifiques du pays, citons l'Académie arabe des sciences (2002) et l'Association libanaise pour l'avancement des sciences (LAAS, 1968). En 2007, le gouvernement a créé par décret l'Académie des sciences du Liban.

Aucun ministère n'étant en charge du portefeuille de la science et la technologie, le CNRS Liban est considéré comme l'organisation de référence en la matière. Placé sous l'autorité du Premier Ministre, il conseille le gouvernement, exerce un rôle consultatif et esquisse les grandes lignes de la politique scientifique nationale. Il lance, encourage et coordonne les projets de recherche. Il gère en outre le Centre national de géophysique, le Centre national des sciences marines, le Centre national de télédétection et la Commission libanaise pour l'énergie atomique.

En 2006, le CNRS Liban a élaboré une *Politique nationale des sciences, de la technologie et de l'innovation* avec le soutien de l'UNESCO et de la CESAO[19]. La politique a mis en place de nouveaux mécanismes de financement pour la recherche et a encouragé les chercheurs de différentes institutions à collaborer sur des thèmes multidisciplinaires prioritaires, sous la tutelle d'un organisme de recherche associé. Elle est également à l'origine de nouveaux programmes visant à stimuler l'innovation et le renforcement des capacités ainsi que de programmes conjoints de doctorat, et a ouvert la voie à la participation du Liban à des projets euro-méditerranéens de premier plan.

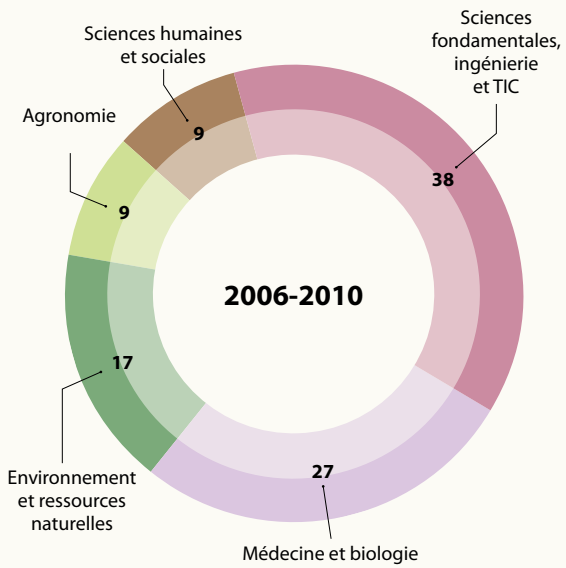
S'appuyant sur le travail de différentes équipes spéciales, elle a identifié un ensemble de programmes de recherche prioritaires pour le pays :

- Utilisation de la technologie de l'information dans le secteur de l'entreprise ;
- Internet et programmes informatiques arabes ;
- Modélisation mathématique comprenant des applications financières/économiques ;
- Énergies renouvelables (par exemple : éoliennes, hydrauliques, solaires) ;
- Science fondamentale et science des matériaux en vue d'applications innovantes ;
- Gestion durable des régions côtières ;
- Gestion intégrée de l'eau ;
- Technologies pour les nouvelles opportunités agricoles, dont l'utilisation médicale, agricole et industrielle de la biodiversité des plantes locales ;
- Qualité alimentaire ;
- Recherche en biologie moléculaire et cellulaire ;
- Recherche en sciences cliniques ;
- Création de liens entre les praticiens des sciences médicales, des sciences de la santé, des sciences sociales et des professions paramédicales.

18. http://portal.unesco.org/education/en/files/55535/11998897175Lebanon.pdf/Lebanon.pdf.

19. L'UNESCO dispose d'un bureau de pays à Beyrouth et le siège de la CESAO se trouve au Liban.

Figure 17.13 : **Répartition des bourses de recherche par le Conseil national de la recherche scientifique au Liban, 2006-2010 (%)**



Source : Présentation du Conseil national de la recherche scientifique du Liban (CNRS Liban) dans le cadre d'une réunion du Réseau méditerranéen des observatoires de la STI, décembre 2013.

Un observatoire de la STI

Le CNRS Liban a intégré ces priorités de R&D dans ses programmes de bourses de recherche (figure 17.13). À la suite de la *Politique nationale des sciences, de la technologie et de l'innovation,* il a entrepris en 2014 de créer, avec le soutien de la CESAO, l'Observatoire libanais de la recherche, du développement et de l'innovation (LORDI), afin de suivre les indicateurs clés relatifs aux intrants et aux produits de la R&D. Le Liban participe à une plateforme réunissant les observatoires méditerranéens de la STI mise en place par le projet MED-SPRING (Portail scientifique, politique, de recherche et d'innovation) dans le cadre du septième Programme-cadre de l'UE pour la recherche et l'innovation (2007-2013).

La première stratégie énergétique globale du Liban

En novembre 2011, le Conseil des ministres a officiellement adopté le *Plan d'action national en matière d'efficacité énergétique* (2011-2015) qui avait été mis au point par le Centre libanais pour la conservation de l'énergie, l'aile technique du Ministère de l'eau et de l'énergie dans les domaines de l'efficacité énergétique, des énergies renouvelables et des constructions écologiques. Il s'agit de la première stratégie globale en matière d'efficacité énergétique et d'énergie renouvelable d'un pays qui dépend à 95 % des importations pour couvrir ses besoins énergétiques. Le plan est une version libanaise de la *Directive arabe sur l'efficacité énergétique* de la Ligue des États arabes et comprend 14 initiatives nationales conçues pour aider le Liban à atteindre son objectif de 12 % d'énergies renouvelables d'ici 2020.

LIBYE



L'héritage du contrôle extrême exercé par l'État est encore perceptible

Pendant les 40 ans qui ont précédé le soulèvement de 2011, l'économie libyenne a été soumise à un contrôle presque total de l'État. La loi limitait sévèrement la propriété et l'initiative privées dans des secteurs comme la vente de détail et de gros, tandis que l'incertitude pesant sur les régimes fiscaux et réglementaires entravait le développement d'activités économiques dans le secteur non pétrolier ; aujourd'hui, le secteur pétrolier continue d'être officiellement sous la tutelle de la National Oil Corporation, une entreprise publique, qui fait office de ministère et d'organisme de réglementation. Les mines et les carrières représentaient 66 % du PIB en 2012 et 94 % des recettes publiques en 2013 (BAD, 2014).

Cette oppression économique et intellectuelle a entraîné une importante fuite des cerveaux et une dépendance à l'égard d'une vaste population immigrée, qui domine notamment les emplois très qualifiés. À l'heure actuelle, on estime à 2 millions le nombre de travailleurs étrangers en Libye, dont la plupart sont en situation irrégulière (ETF, 2014). En dépit de la main-d'œuvre immigrée, l'économie se caractérise également par un faible taux de participation à la vie économique de la population adulte, environ 43 % entre 2008 et 2013 (tableau 17.1). De plus, dans son *Évaluation rapide du marché du travail libyen* de 2012, la Banque mondiale avance que la

Tableau 17.6 : **Objectifs en matière de STI en Libye d'ici 2040**

	2014	2020	2025	2030	2040
Chercheurs ETP par million d'habitants	172[-1]	5 000	6 000	7 500	10 000
Ratio DIRD/PIB (%)	0,86	1,0	1,5	2,0	2,5
Nombre de brevets	0	20	50	100	200
Nombre de revues publiées	25	100	200	500	1 000
Nombre de propositions de recherche	188	350	650	1 250	2 250
Nombre de PME spécialistes de la STI	0	10	50	100	200
Dépenses de R&D du secteur privé en part du PIB (%)	0	10	15	20	30
Recettes du secteur privé provenant de la R&D (% du PIB)	0	1	5	10	30
Part des produits technologiques dans les exportations (%)	0	5	10	15	40
Nombre de titulaires de doctorat	6 000	8 000	10 000	8 000	8 000
Résultats en matière d'innovation (Indice mondial de l'innovation)	135	90	70	50	30
Indice mondial de compétitivité (Forum économique mondial)	3,5	3,7	3,9	4,0	4,5

-n = les données correspondent à un nombre n d'années avant l'année de référence.

Source : Conseil national libyen de la planification (2014) *Stratégie nationale pour la science, la technologie et l'innovation.*

proportion d'employés dans les entreprises publiques ou détenues par l'État est de 83 %.

Le secteur de la STI reflétait le même degré extrême de contrôle de l'État. Entre 2009 et 2013, d'après l'Autorité libyenne pour la recherche, la science et la technologie, qui, il est vrai, n'a pas sondé le secteur des entreprises commerciales, tous les chercheurs sans exception étaient employés par l'État. La même source soutient que le nombre de chercheurs ETP est passé au cours de la même période de 764 à 1 140 personnes, soit un bond de 128 à 172 chercheurs ETP par million d'habitants, ce qui demeure toutefois peu pour un pays à revenu élevé comme la Libye. En dépit des turbulences, les chercheurs libyens sont parvenus à augmenter leur production annuelle ; en 2009, ils affichaient 125 publications et en 2014, 181, selon Web of Science. Aucune donnée sur l'industrie pétrolière libyenne n'est disponible mais celle-ci est réputée pour réaliser ses propres recherches.

La fragmentation politique retarde la reprise

En juillet 2012, à la suite des premières élections nationales en Libye après la révolution, le Conseil national de transition a officiellement passé le flambeau au Congrès général national en août 2012. Peu après, un conflit armé éclatait dans le pays. La Chambre des représentants (parlement), formée après les élections de juin 2014, est reconnue comme le gouvernement légitime de la Libye par la communauté internationale. À l'heure actuelle elle siège à Tobrouk, près de la frontière égyptienne, dans un semi-exil. La capitale constitutionnelle du pays, Tripoli, est aux mains du Nouveau congrès général national, composé d'islamistes peu plébiscités aux élections, marquées d'ailleurs par une très faible participation. À Benghazi et ailleurs, le climat d'insécurité a retardé la rentrée scolaire et universitaire.

Les interruptions de la production de pétrole ont entraîné une contraction de 60 % du PIB en 2011, mais la reprise économique a été remarquablement rapide (bond de 104 % en 2012). La détérioration de la situation sur le plan de la sécurité, à laquelle s'ajoutent depuis la mi-2013 les manifestations organisées dans les villes pourvues de terminal pétrolier, a aggravé l'instabilité macroéconomique et ont précipité la contraction de 12 % du PIB en 2013, ainsi que la chute du solde budgétaire, qui est passé d'un excédent (13,8 % en 2012) à un déficit (9,3 % en 2013) [BAD, 2014]. L'activité du secteur privé demeure atone en raison de l'incertitude politique actuelle, ce qui aggrave la faiblesse réglementaire et institutionnelle et exacerbe les réglementations restrictives qui entravent la création d'emplois. En 2013, de nouvelles lois limitant à 49 % la participation étrangère au capital social des entreprises (contre 65 % auparavant) ont également nui au potentiel de développement de la Libye.

Les rapatriés peuvent contribuer à remettre sur pied l'enseignement supérieur

Une fois la sécurité rétablie, la Libye peut espérer puiser dans son immense richesse pétrolière pour commencer à bâtir son système d'innovation national. Le renforcement du système de l'enseignement supérieur et le retour des talents de la diaspora doivent figurer parmi les mesures prioritaires.

D'après l'Autorité libyenne pour la recherche, la science et la technologie, le nombre approximatif d'étudiants est passé de 375 000 en 2003 à 340 000 en 2013-2014 (dont 54 % de femmes). L'Institut de statistique de l'UNESCO recense plus de 600 000 personnes âgées de 18 à 25 ans. Le plan de développement pour 2008-2012, doté d'un budget de 2 milliards de dollars des États-Unis, prévoit la création de 13 nouvelles universités qui s'ajouteront aux 12 universités existantes. Si la plupart des infrastructures physiques ont été construites, les nouveaux établissements n'ont pas ouvert leurs portes en raison des soulèvements en cours depuis 2011.

Si des incitations ciblées sont mises en place, les cerveaux libyens choisissant de revenir au pays sont susceptibles de jouer un rôle majeur dans la reconstruction du système de l'enseignement supérieur. On estime à 17 500 le nombre de doctorants libyens étudiant à l'étranger et à 22 000 ceux restés sur le territoire national. En 2009, les autorités libyennes de l'enseignement supérieur recensaient approximativement 3 000 doctorants libyens inscrits dans les universités britanniques et près de 1 500 en Amérique du Nord. Des témoignages des parties concernées suggèrent que l'insécurité a récemment déclenché un nouvel exode de talents : ainsi, le nombre d'étudiants libyens inscrits dans des universités de Malaisie a augmenté de 87 % entre 2007 et 2012, passant de 621 à 1 163 (voir figure 26.9).

Une stratégie nationale en matière de STI

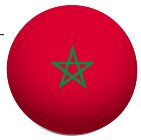
En octobre 2009, le Ministère libyen de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique a lancé le premier programme de financement direct des chercheurs libyens. Toujours en cours, ce programme a pour objectif de créer une culture de la recherche dans la société libyenne, y compris au niveau du gouvernement et des entreprises commerciales. Entre 2009 et 2014, il a mobilisé plus de 46 millions de dollars des États-Unis.

En décembre 2012, le ministère a créé un comité national chargé de jeter les bases du système d'innovation national sous la direction de l'Autorité libyenne pour la recherche, la science et la technologie et en collaboration avec tous les secteurs économiques. Le comité a préparé une première version de la Stratégie nationale pour la science, la technologie et l'innovation et a créé plusieurs prix : les étudiants des principales universités nationales ont participé au premier tour du concours de l'entrepreneuriat – soutenu par le British Council – pendant l'année universitaire 2012-2013 et au premier tour du concours de l'innovation en 2013-2014.

En juin 2014, le Conseil national libyen de la planification a approuvé la *Stratégie nationale pour la science, la technologie et l'innovation*, qui a entre autres objectifs à long terme celui d'augmenter les DIRD à 2,5 % du PIB d'ici 2040 (tableau 17.6). Elle prévoit également la création de centres d'excellence, de villes intelligentes, d'incubateurs d'entreprises, de zones économiques spéciales et de technoparcs, ainsi que d'une base de données sur la STI. Il faut renforcer la science et la technologie afin de garantir la sécurité et le développement durable. Les priorités en matière de R&D n'ont pas encore été identifiées, mais la stratégie recommande qu'elles se concentrent sur la résolution de problèmes grâce à la recherche et sur la contribution de la

Libye à la production de connaissances internationales et la diversification des capacités technologiques nationales à l'aide d'investissements dans des domaines comme l'énergie solaire et l'agriculture biologique.

MAROC



La valeur ajoutée est indispensable au maintien de la compétitivité

Le Maroc a relativement peu souffert des effets de la crise financière mondiale et a enregistré une croissance moyenne de plus de 4 % entre 2008 et 2013. Cependant, ses exportations étant principalement destinées à l'Europe, elles ont été affectées par le ralentissement économique enregistré dans la région depuis 2008. L'économie, en cours de diversification, n'en demeure pas moins axée sur les produits à faible valeur ajoutée, qui continuent de représenter environ 70 % des produits manufacturés et 80 % des exportations. Le chômage demeure élevé, plus de 9 % (tableau 17.1), et environ 41 % de la main-d'œuvre ne possède aucune qualification. La compétitivité affiche également des signes d'affaiblissement dans certains domaines : ces dernières années, le Maroc a perdu des parts de marché pour les vêtements et les chaussures en raison de la forte concurrence internationale, en particulier des pays asiatiques, mais a réussi à accroître sa part de marché pour les engrais, les véhicules de tourisme et l'équipement de distribution d'électricité (Agénor et El-Aynaoui, 2015).

Le système scientifique et technologique du Maroc est presque entièrement l'apanage du Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique, du Comité permanent interministériel de la recherche scientifique et du développement technologique (2002) et de l'Académie Hassan II des sciences et techniques (2006). Autre acteur important, le Centre national pour la recherche scientifique et technique (CNRST) dirige, entre autres, le Programme national d'appui à la recherche sectorielle, qui lance des appels à propositions en matière de recherche auprès des institutions publiques.

Le 20 mai 2015, moins d'un an après sa création, le Conseil supérieur de l'éducation, de la formation et de la recherche scientifique[20] a présenté au Roi un rapport sur la *Vision pour l'éducation au Maroc 2015-2030*, qui préconise de rendre l'éducation plus égalitaire et, ce faisant, accessible au plus grand nombre[21]. L'amélioration de la qualité de l'éducation allant de pair avec la promotion de la R&D, le rapport recommande de mettre sur pied un système national et intégré de l'innovation, financé en augmentant progressivement la part du PIB consacrée à la R&D à savoir « 1 % à court terme, 1,5 % d'ici 2025 et 2 % en 2030. »

En juin 2009, à l'occasion du premier Sommet national de l'innovation, le Ministère de l'industrie, du commerce, de l'investissement et de l'économie numérique a lancé l'*Initiative Maroc Innovation*, qui s'articule autour de trois grands axes : accroître la demande nationale en matière d'innovation ; promouvoir les liens entre les secteurs public et privé ; et mettre en place des mécanismes de financement innovants. Les instruments de financement, Intilak et Tatwir, ciblent respectivement les start-up et les entreprises ou consortiums industriels. Le ministère soutient la recherche dans les technologies de pointe et la création de cités de l'innovation à Fez, à Rabat et à Marrakech.

L'*Initiative Maroc Innovation* a fixé comme objectif la délivrance de 1 000 brevets marocains et la création de 200 start-up innovantes en 2014. Parallèlement, en 2011, le Ministère de l'industrie, du commerce et des nouvelles technologies (tel qu'il s'appelle désormais) a créé le Club marocain de l'innovation en partenariat avec l'Office marocain de la propriété industrielle et commerciale. L'idée est de créer un réseau d'acteurs de l'innovation, y compris des chercheurs, des entrepreneurs, des étudiants et des universitaires, et de les aider à mettre au point des projets innovants.

20. Le Conseil a été créé conformément aux dispositions de l'article 168 de la Constitution marocaine de 2011.

21. La *Stratégie nationale pour le développement de la recherche scientifique à l'horizon 2025* (2009) recommande d'augmenter les effectifs inscrits dans l'enseignement secondaire (de 44 % à au moins 80 %) et dans l'enseignement supérieur pour les 19-23 ans (de 12 % à plus de 50 %) d'ici 2025.

Encadré 17.7 : Le Maroc ambitionne d'être le leader africain des énergies renouvelables d'ici 2020

Dépourvu d'hydrocarbures, le Maroc a décidé de devenir le leader africain des énergies renouvelables d'ici 2020. En 2014, il a inauguré le plus grand parc éolien du continent à Tarfaya, dans le sud-ouest du pays.

Le dernier projet en date du gouvernement est la construction de la plus grande centrale solaire du monde à Ouarzazate. Noor I, la première phase, devrait être achevée d'ici octobre 2015.

Un consortium dirigé par la société saoudienne Acwa Power et son partenaire espagnol Sener a remporté l'appel d'offres pour la première phase, et Acwa Power vient de se voir attribuer la deuxième phase. D'après les estimations, le consortium devra débourser près de 2 milliards d'euros pour la construction et la gestion de Noor II (200 MW) et de Noor III (150 MW).

Des donateurs tels que la banque publique allemande Kreditanstalt für Wiederaufbau et la Banque mondiale contribuent également au financement du projet, à hauteur de 650 millions et de 400 millions d'euros respectivement.

À terme, la centrale solaire d'Ouarzazate aura une capacité de 560 MW. Mais le gouvernement ne compte pas s'en tenir là. Il mise sur une production de 2 000 MW d'ici 2020 grâce aux centrales solaires.

Source D'après *Le Monde* (2015).

Il était prévu que le troisième technoparc du Maroc accueillerait ses premières start-up et PME en septembre 2015. Installé à Tanger, il suivra l'exemple des pôles de Casablanca et de Rabat et accueillera des entreprises spécialisées en TIC, en technologies écologiques et en industries culturelles. Grâce à un partenariat public-privé et à une levée de fonds estimée à 20 millions de dirhams (environ 2 millions de dollars É.-U.), des locaux existants ont été réaménagés pour accueillir jusqu'à 100 entreprises et certains partenaires clés du projet, comme le Réseau Entreprendre Maroc et l'Association des femmes chefs d'entreprises du Maroc (Faissal, 2015).

Une loi adoptée en 2001 a approuvé la création du Fonds national de soutien à la recherche scientifique et au développement technologique. À l'époque, les entreprises nationales ne représentaient que 22 % des DIRD. Le gouvernement a incité les entreprises à contribuer au fonds afin de soutenir la recherche dans leur secteur. Les opérateurs de télécommunications marocains ont ainsi accepté de céder 0,25 % de leur chiffre d'affaires ; aujourd'hui, ils financent environ 80 % des projets de recherche publique dans les télécommunications soutenus par ce fonds. Parallèlement, la contribution financière des entreprises commerciales aux DIRD s'est élevée à 30 % (2010).

Le gouvernement encourage également la population à participer à l'innovation des institutions publiques. Ainsi, l'Office chérifien des phosphates investit dans le projet de construction d'une ville intelligente, la Ville verte Mohammed VI, non loin de l'Université Mohammed VI, située entre Casablanca et Marrakech ; le projet est chiffré à 4,7 milliards de dirhams (environ 479 millions de dollars É.-U.).

Les partenariats entre le milieu universitaire et le secteur des entreprises demeurent très rares. Cependant, plusieurs mécanismes de financement concurrentiel soutenant ce type de collaboration ont été renouvelés ces dernières années. Citons, entre autres :

- D'après Erawatch, l'Association marocaine pour la recherche-développement a lancé en 2011 le troisième programme InnovAct ; à l'inverse des deux premiers (mis en place en 1998 et en 2005) qui ciblaient les PME, il élargit le groupe de ses bénéficiaires et inclut désormais les consortiums. Les PME sont censées prendre en charge entre 50 et 60 % des coûts des projets et les consortiums 80 %. Le programme encourage les collaborations entre le milieu universitaire et le secteur industriel ; les entreprises reçoivent un soutien logistique et financier pour recruter des diplômés universitaires et les faire participer à leurs recherches. Il vise à soutenir jusqu'à 30 entreprises par an dans les secteurs industriels suivants : métallurgie, mécanique, électronique et électricité ; chimie et parachimie ; agroalimentaire ; textile ; technologies de l'eau et de l'environnement ; aéronautique ; biotechnologie ; nanotechnologies ; off-shore ; automobile ;
- L'Académie Hassan II des sciences et techniques a financé 15 projets de recherche en 2008 et en 2009. Les appels à propositions de recherche, qui tiennent compte des répercussions socioéconomiques potentielles des projets, encouragent la collaboration entre les secteurs public et privé ;
- Le Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique propose, par l'intermédiaire de ses laboratoires accrédités, des contrats de quatre ans portant sur plusieurs pôles de compétences afin de susciter la collaboration entre les établissements de recherche publics et privés. Jusqu'en 2010, on comptait 18 pôles de compétences mais ils ne sont plus aujourd'hui que 11,7 d'entre eux n'ayant pas satisfait aux nouveaux critères de financement du ministère. Ils couvrent, entre autres, des domaines tels que les plantes aromatiques et médicinales, la physique des hautes énergies, la matière condensée et la modélisation de systèmes, et la neurogénétique ;
- Le Réseau Maroc incubation et essaimage[22] soutient l'incubation d'entreprises; plus particulièrement, le transfert par essaimage des technologies mises au point dans les universités. Il fournit aux start-up un capital d'amorçage pour les aider à mettre au point un plan commercial solide. Il est coordonné par le CNRST et regroupe à l'heure actuelle 14 incubateurs au sein des plus grandes universités marocaines.

Un diplômé sur cinq part vivre à l'étranger

Chaque année, 18 % des diplômés marocains quittent le pays et se rendent pour la plupart en Europe et en Amérique du Nord ; face à cet exode, certains appellent à l'établissement d'universités étrangères au Maroc et à la création de campus prestigieux.

L'Académie Hassan II des sciences et techniques (AHST) jouit d'un rayonnement scientifique international. Elle ne se contente pas de recommander les priorités de recherche et d'évaluer les programmes de recherche, elle aide également les scientifiques marocains à établir des contacts avec leurs confrères nationaux et internationaux. Elle a identifié plusieurs secteurs où le Maroc dispose d'un avantage comparatif et d'un capital humain qualifié, à savoir l'industrie minière, la pêche, la chimie alimentaire et les nouvelles technologies. Elle a aussi recensé des secteurs stratégiques : l'énergie, et en particulier les énergies renouvelables (photovoltaïque, solaire thermique, éolienne et biomasse) ; l'eau ; la nutrition ; la santé ; l'environnement ; les géosciences (AHST, 2012).

Des investissements croissants dans les énergies renouvelables

Le Maroc intensifie ses investissements dans les énergies renouvelables (encadré 17.7, voir page précédente). Un total de 19 millions de dirhams (environ 2 millions de dollars des É.-U.) a été mobilisé en faveur de six projets de R&D dans le domaine de l'énergie solaire thermique suite aux accords conclus entre l'Institut de recherche en énergie solaire et énergies nouvelles (IRESEN) et des partenaires scientifiques et industriels. Par ailleurs, l'IRESEN finance actuellement des recherches liées aux énergies renouvelables menées par plus de 200 ingénieurs et doctorants et quelque 47 enseignants-chercheurs.

22. Voir www.rmie.ma.

MAURITANIE



Vers une stratégie nationale de la STI

Le pays ne dispose pas à l'heure actuelle des capacités nécessaires pour relever les enjeux auxquels il est confronté : telle est la principale conclusion de l'*Examen des politiques mauritaniennes pour la science, la technologie et l'innovation*[23] réalisé par la Conférence des Nations Unies sur le commerce et le développement et l'UNESCO en 2010. La plupart des entreprises publiques et privées n'ont pas les moyens d'innover et d'être compétitives à l'échelle internationale. Il est nécessaire de développer le capital compétences, en particulier dans les disciplines scientifiques et techniques, et dans l'entrepreneuriat et la gestion. Il faut en outre accélérer la diffusion de la technologie et accroître la capacité d'absorption de cette dernière. Les principales lacunes identifiées sont, entre autres :

- Le financement public limité et incertain de la R&D publique et le manque d'investissements du secteur privé dans la R&D ou la formation ;
- Le manque de promotion active des normes de qualité nationales comme moyen d'améliorer la qualité de la production nationale et d'encourager les investissements privés dans la formation et les technologies améliorées ;
- L'approche de la recherche trop théorique et pas assez concrète de l'Université de Nouakchott ; la coordination inexistante entre l'université, les instituts de recherche publique et les ministères à des fins de formation et de R&D ;
- Les obstacles bureaucratiques au démarrage et à la gestion des entreprises ;
- La faiblesse du tissu entrepreneurial, desservi par l'absence de services de développement commercial et par une culture du commerce qui l'emporte sur les investissements dans la production ;
- Le manque d'accès des entreprises nationales à l'information sur les technologies disponibles ; le transfert et l'absorption des technologies étrangères ;
- L'absence de politiques visant à exploiter le fort potentiel de la diaspora pour le pays.

La Mauritanie rédige actuellement, avec l'assistance technique de l'UNESCO, la stratégie nationale en matière de STI recommandée par l'examen cité ci-dessus. L'accent est mis sur le développement des compétences et des infrastructures physiques, ainsi que sur l'amélioration de la coordination des politiques de développement du secteur privé, la réforme de l'éducation, et les politiques portant sur le commerce et sur les investissements étrangers. Les réformes envisagées devront également renforcer les capacités de production de l'agriculture et de la pêche, de l'industrie minière et du secteur des services, afin d'exploiter toute amélioration des conditions macroéconomiques.

23. Voir http://unctad.org/en/Docs/dtlstict20096_en.pdf.

De nouvelles institutions et un plan pour l'enseignement supérieur

Le premier établissement d'enseignement supérieur créé en Mauritanie est l'École nationale d'administration (1966) ; l'École nationale supérieure a suivi en 1974 et l'Université de Nouakchott en 1981. Entre 2008 et 2014, le gouvernement a agréé trois établissements d'enseignement supérieur privés et a créé l'Institut supérieur des études technologiques (2009) à Rosso et l'Université des sciences, de technologie et de médecine (2012). La nouvelle université compte environ 3 500 étudiants et 227 enseignants, dont certains sont des chercheurs. Elle comprend une faculté des sciences et de la technologie, une faculté de médecine et un institut de formation professionnelle.

Ce dynamisme reflète la volonté du gouvernement d'accroître l'accès d'une population grandissante à l'enseignement supérieur. En accord avec la *Stratégie décennale pour la science, la technologie et l'innovation* adoptée par l'Union africaine en 2014 (voir chapitre 19), le gouvernement compte utiliser l'enseignement supérieur comme levier de la croissance économique.

En avril 2015, le Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique a adopté un ambitieux *Plan triennal de l'enseignement supérieur* (2014-2017), qui poursuit quatre objectifs principaux :

- Renforcer la gestion et la gouvernance institutionnelles des établissements de l'enseignement supérieur ;
- Améliorer la pertinence des programmes d'enseignement, la qualité de la formation et l'employabilité des diplômés ;
- Améliorer l'accessibilité des programmes d'études de l'enseignement supérieur ;
- Promouvoir la recherche scientifique dans des domaines de développement cruciaux sur le plan national.

L'administration actuelle a, pour la première fois, réussi à recueillir des données relativement complètes sur l'enseignement supérieur et sur la recherche scientifique dans l'ensemble du pays. Ces données devraient permettre au Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique et aux ministères de tutelle d'identifier les principaux obstacles à la recherche.

OMAN



Un système d'incitations visant à dynamiser la recherche

Dans son rapport sur Oman, l'Agence d'information sur l'énergie des États-Unis révèle qu'en 2013, les hydrocarbures représentaient environ 86 % des recettes publiques et la moitié du PIB. Le Sultanat a élaboré un plan ambitieux pour réduire la contribution du secteur pétrolier au PIB à 9 % d'ici 2020. Il consiste à diversifier l'économie, par exemple en développant le tourisme, dans le cadre de la *Vision économique pour Oman à*

l'horizon 2020 du gouvernement. La production agricole offre peu de possibilités de développement, mais le pays mise sur son littoral étendu pour renforcer la pêche et l'industrie gazière et atteindre ses objectifs pour 2020 (Salacanin, 2015).

À Oman, la technologie et les sciences s'articulent autour des Ministères de l'éducation et de l'enseignement supérieur et de l'Université du Sultan Qaboos. Le Conseil de la recherche, seule source de financement du secteur, est le fer de lance national de la R&D. Créé en 2005, il bénéficie d'un mandat très étendu. Il a identifié les obstacles que doit surmonter le Sultanat, tels que la complexité des processus administratifs, le manque de financement, la qualité insuffisante de la recherche et le décalage de la R&D par rapport aux besoins socioéconomiques (Al-Hiddabi, 2014). Il a ensuite élaboré un *Plan national de recherche pour Oman* (2010) qui s'inscrit dans le cadre des plans généraux de développement. Trois étapes sont prévues : la principale priorité est d'améliorer le statut de la recherche et de stimuler la productivité ; vient ensuite la création de capacités nationales en matière de recherche, dans des domaines jugés prioritaires en fonction de la disponibilité de personnel ayant les qualifications requises et de la mise en place des infrastructures nécessaires ; le renforcement des créneaux nationaux constitue le troisième volet.

Le Conseil de la recherche a également mis au point un système d'incitations destiné à stimuler l'excellence en matière de recherche. Le programme récompense la production des chercheurs par l'intermédiaire d'un mécanisme de subventions ouvert. Outre l'augmentation de la productivité, l'objectif est d'accroître le nombre de chercheurs actifs et de les inciter à parrainer des doctorants, à publier dans des revues spécialisées internationales et à déposer des brevets.

En octobre 2014, Oman a accueilli la Conférence générale de l'Académie des sciences pour le monde en développement (TWAS). En décembre 2014, le Conseil de la recherche a organisé avec l'Académie nationale des sciences des États-Unis le deuxième Symposium sur les frontières arabo-américaines dans les domaines de la science, de l'ingénierie et de la médecine, qui facilite la collaboration entre les jeunes chercheurs et professionnels de talent issus des deux régions.

PALESTINE



La recherche doit resserrer ses liens avec le marché

Si la Palestine n'a pas de politique nationale en matière de STI, les conclusions d'une enquête récente de Khatib *et al.* (2012) portant sur l'exploitation des carrières de pierre et l'agroalimentaire, sont encourageantes. En effet, ces deux secteurs industriels innovent et ont des effets positifs sur l'emploi et les exportations. L'enquête recommande d'axer les programmes universitaires sur le développement économique local afin de tisser des liens de collaboration nécessaires entre les secteurs public et privé.

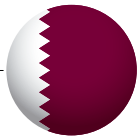
L'Académie de Palestine pour la science et la technologie (PALAST) fait office d'organe consultatif auprès du gouvernement, du parlement, des universités et des instituts de recherche, des donateurs privés et des organisations internationales. Elle est notamment dotée d'un comité permanent influent auquel siègent plusieurs ministres et d'un conseil scientifique dont les membres élus sont issus de l'Académie (PALAST, 2014).

Un observatoire de la STI

En 2014, la PALAST a créé, avec le soutien de la CESAO, l'Observatoire de la science, la technologie et l'innovation dont l'objectif principal est de recueillir régulièrement des données sur la STI et de promouvoir le réseautage.

Ces dernières années, des centaines de jeunes entrepreneurs palestiniens ont créé des sites Internet afin de présenter leurs nouveaux produits numériques, comme des jeux et des logiciels spécifiques à certaines professions. Si le coût de la connexion Internet a récemment baissé de près de 30 %, le manque de connectivité à un réseau 3G en Cisjordanie et dans la bande de Gaza empêche l'utilisation des applications mobiles pour l'éducation, la santé et l'environnement.

QATAR



Des incitations ciblant l'entrepreneuriat

Les moteurs de l'économie qatarie sont, outre le pétrole et le gaz, l'industrie pétrochimique, les engrais et l'acier. En 2010, le pays a enregistré la croissance la plus rapide au monde en matière de production industrielle soit 27,1 % de plus que l'année précédente. Le PIB par habitant est l'un des plus élevés à l'échelle internationale (131 758 dollars PPA) et le taux de chômage l'un des plus bas, à 0,5 % (tableau 17.1).

La *Vision nationale du Qatar 2030* (2008) a pour objectif d'atteindre un équilibre optimal entre l'économie axée sur le pétrole et une économie du savoir caractérisée par l'innovation et l'entrepreneuriat, un enseignement d'excellence et la prestation efficace des services publics. À cette fin, le gouvernement a augmenté d'environ 15 % son budget alloué à l'éducation jusqu'en 2019.

Il propose aussi des allègements fiscaux et d'autres mesures d'incitation ciblant les investisseurs pour soutenir l'entrepreneuriat et les PME. Ses efforts visant à diversifier l'économie semblent être payants. L'essor des industries et des services dérivés des hydrocarbures ont entraîné la croissance du secteur privé. Si le secteur manufacturier n'en est encore qu'à ses balbutiements, le secteur du bâtiment est en pleine expansion, pour beaucoup grâce aux lourds investissements dans les infrastructures, et stimule la finance et l'immobilier (Bq magazine, 2014). Les projets de construction sont particulièrement nombreux dans les secteurs non liés aux hydrocarbures : transports, santé, éducation, tourisme (en particulier auprès des pays voisins) et sport (le Qatar accueillera la Coupe du monde de football en 2022). Par conséquent, ces secteurs ont enregistré une croissance de 14,5 % en 2013.

Le nouveau parc du Qatar est la principale pépinière technologique du pays

La *Stratégie nationale de recherche du Qatar* (2012) a identifié quatre domaines prioritaires : énergie, environnement, sciences de la santé et TIC. La Fondation du Qatar a intégré ces axes prioritaires lors de la création du Parc scientifique et technologique du Qatar, qui est aujourd'hui la première pépinière de développement technologique, de commercialisation de la recherche et de soutien à l'entrepreneuriat. Implanté au sein de la Cité de l'éducation de la Fondation du Qatar, le parc a accès aux ressources de plusieurs grandes universités de recherche qui disposent d'antennes dans le parc, parmi lesquelles figurent cinq établissements des États-Unis : l'École des beaux-arts de l'Université Virginia Commonwealth, la Faculté de médecine Weill Cornell de l'Université Cornell, l'Université A&M du Texas au Qatar, l'Université Carnegie-Mellon et l'Université de Georgetown.

SOUDAN



Les conflits et la fuite des cerveaux sapent le développement

Ces 10 dernières années, les conflits armés se sont succédé au Soudan : la guerre du Darfour a éclaté en 2003 et duré jusqu'à la signature de l'accord de cessez-le-feu avec les groupes rebelles en 2010 ; quant au conflit dans lequel était enlisé le sud du pays, il s'est conclu par la création de l'État indépendant du Soudan du Sud en 2011.

L'Académie des sciences existe depuis 2006 mais le pays peine toujours à consolider son système scientifique. Cela s'explique en partie par la fuite des cerveaux et la perte de jeunes talents : d'après le Centre national de recherche et Jalal (2014), entre 2002 et 2014, plus de 3 000 chercheurs, jeunes ou expérimentés, ont émigré dans les pays voisins, comme l'Érythrée et l'Éthiopie, attirés par des salaires deux fois plus élevés. Plus récemment, le Soudan est devenu une terre d'asile pour les étudiants du monde arabe, en particulier suite aux troubles du printemps arabe, et il attire également un nombre croissant d'étudiants africains.

En 2010, l'Université du futur à Khartoum, un établissement privé, est officiellement devenue une université. Créé en 1991, cet établissement universitaire de cycle court a été le premier de la région à mettre en place un cursus informatique ; il propose un large éventail de diplômes dans des domaines variés tels que l'informatique, l'intelligence artificielle, la bio-informatique, l'ingénierie électronique, la géo-informatique et la télédétection, les télécommunications et l'ingénierie satellite, l'ingénierie biomédicale, la mécatronique, l'ingénierie laser et l'architecture. L'université participe au Réseau pour l'expansion des technologies convergentes dans la région arabe (NECTAR, encadré 17.2).

Un nouvel élan politique

En 2013, le Ministère de la science et de la communication a entamé la révision de sa *Politique scientifique et technologique* (2003) avec l'aide technique de l'UNESCO. Plusieurs réunions de consultation avec des experts étrangers de haut niveau ont permis de compiler un ensemble de recommandations, dont voici quelques exemples :

- Le rétablissement du Conseil supérieur pour la science et la technologie ; dirigé par le Premier Vice-Président de la République, il coordonnera et supervisera des institutions et des centres de recherche dépendant de plusieurs ministères ; le Ministère de la science et de la communication fera office de rapporteur auprès du conseil ;
- La création d'un fonds de la recherche publique qui sera alimenté par les awqafs et les zakats[24] ; cette initiative devrait aller de pair avec l'adoption d'une législation visant à gonfler l'enveloppe de la recherche scientifique, comme les exemptions de tout ou partie des droits de douane sur les importations de biens et d'équipements soutenant la recherche ; ces mesures devraient permettre d'élever à 1 % le ratio DIRD/PIB d'ici 2021 ;
- La mise en place d'un observatoire des indicateurs liés à la STI avec l'appui technique de l'UNESCO.

Le cadre institutionnel soudanais se caractérise par une certaine diversité. Les centres de recherche suivants sont sous la tutelle du Ministère de la science et de la communication (la liste n'est pas exhaustive) :

- La Société de recherche agricole ;
- La Société de recherche sur les ressources animales ;
- Le Centre national de la recherche ;
- Le Centre de conseil et de recherche industriels ;
- La Société soudanaise de l'énergie atomique ;
- L'Autorité soudanaise de la métrologie ;
- Les laboratoires centraux ;
- Le Bureau de la recherche économique et sociale.

Malheureusement, le Soudan ne possède pas encore les ressources humaines et financières nécessaires pour promouvoir efficacement la science et la technologie. S'il encourage davantage la participation du secteur privé et la coopération régionale, restructure son économie essentiellement agricole et regroupe ses ressources, il sera en mesure de renforcer ses capacités en matière de science et de technologie (Nour, 2012). L'accord bilatéral de coopération conclu en novembre 2014 entre le Ministère de la science et de la communication et le Ministère sud-africain de la science et de la technologie est un pas dans la bonne direction. Au cours de la visite du ministre en Afrique du Sud en mars 2015, le gouvernement soudanais a désigné les sciences de l'espace et l'agriculture comme des domaines de collaboration prioritaires (voir tableau 20.5).

24. Dans le droit islamique, l'awqaf est une aumône volontaire en espèces ou en biens conservée dans un fonds d'affectation spéciale à des fins caritatives. La zakat est un impôt religieux obligatoire payé par chaque musulman et qui est considéré comme l'un des cinq piliers de l'Islam. Cet impôt, dont les bénéficiaires sont classés en plusieurs catégories, a pour objectif de maintenir l'équilibre socioéconomique en aidant les pauvres.

SYRIE



L'exode des talents scientifiques

La Syrie a beau accueillir des établissements prestigieux comme le Centre international de recherche agricole dans les zones arides et le Centre arabe pour l'étude des zones et terres arides, son système de la science et de la technologie était en piteux état avant même le déclenchement de la guerre civile en 2011. En 2012, le député syrien Imad Ghalioun estimait qu'avant le conflit, le gouvernement ne destinait que 0,1 % (57 millions de dollars É.-U.) du PIB à la recherche et développement, un pourcentage qui est ensuite tombé à 0,04 % (Al-Droubi, 2012). La guerre civile a entraîné l'exode des chercheurs. En 2015, les Nations Unies estimaient à 4 millions le nombre de Syriens réfugiés depuis 2011 dans les pays voisins, en particulier en Jordanie, au Liban et en Turquie.

TUNISIE



Vers plus de liberté académique

Pendant la difficile transition vers la démocratie des quatre dernières années, la science et la technologie ont été souvent reléguées à l'arrière-plan par les problèmes plus pressants, d'où la frustration de la communauté scientifique face à la lenteur des réformes. La situation des scientifiques s'est améliorée du point de vue de la liberté académique, mais d'autres problèmes persistent.

La première réforme a été introduite dans les semaines qui ont suivi la révolution. Pendant son bref mandat de Secrétaire d'État à l'enseignement supérieur au sein du gouvernement de transition de janvier à mars 2011, Faouzia Charfi a modifié la procédure de recrutement des effectifs aux postes universitaires les plus importants. En juin 2011, pour la première fois, des élections ont été organisées pour nommer les directeurs de faculté et les recteurs d'université (Yahia, 2012). C'est là un pas en avant, même si la corruption continue de miner le système universitaire tunisien, d'après une étude publiée en juin 2014[25] par le Forum universitaire tunisien, une ONG créée après les événements du 14 janvier 2011.

Le fait qu'elle ait pu publier une telle étude sans crainte de représailles illustre les progrès de la liberté académique en Tunisie suite au départ du Président Zine El Abidine Ben Ali le 14 janvier 2011. D'après Faouzia Charfi, sous l'ancien président, « les universités et les chercheurs n'étaient pas libres de créer leurs propres stratégies ni même de choisir leurs collaborateurs ». D'autres scientifiques ont déclaré que les bureaucrates du régime les empêchaient de nouer des liens indépendants avec l'industrie (Butler, 2011). Ils étaient également dissuadés d'entretenir des contacts avec l'étranger. Les organisateurs de réunions scientifiques, par exemple, étaient tenus de soumettre à l'autorisation des bureaucrates du régime les sujets des recherches prévus. Dix mois après la révolution, un groupe de docteurs et de doctorants ont créé l'Association tunisienne des docteurs et doctorants en sciences pour aider les scientifiques tunisiens à tisser des relations, y compris avec des chercheurs étrangers (Yahia, 2012).

En dépit des restrictions, en 2009, 48 % des articles scientifiques publiés par les chercheurs tunisiens étaient corédigés avec au moins un auteur étranger. En 2014, ils atteignaient 58 %. En 2009, le gouvernement a entamé des négociations dans l'optique de créer un programme de recherche conjoint avec l'UE. Le programme triennal a finalement débuté le 12 octobre 2011, avec un financement de l'UE de 12 millions d'euros. L'Agence nationale de promotion de la recherche scientifique a été chargée du financement du programme en fonction des domaines de recherche prioritaires : énergies renouvelables, biotechnologie, eau, environnement, désertification, microélectronique, nanotechnologies, santé et TIC. Le programme a également cherché à établir des liens entre la recherche universitaire et le secteur industriel tunisien. L'Agence allemande de coopération internationale a ainsi mené une étude sur les besoins du marché afin de simplifier la coordination entre les secteurs universitaire et industriel À l'occasion du lancement du programme, le Ministre tunisien de l'industrie et de la technologie, Abdelaziz Rassaa, a annoncé des plans visant à augmenter la part des exportations nationales liées aux technologies, qui va passer de 30 % en 2011 à 50 % en 2016 (Boumedjout, 2011).

Ces quatre dernières années, l'économie a fait preuve d'une certaine résilience, grâce en partie à sa diversification, et au bon développement des secteurs agricole, minier, pétrolier et manufacturier. Cela a permis d'amortir la chute du tourisme, qui représentait 18 % du PIB en 2009, contre seulement 14 % en 2013. Le secteur amorçait une reprise mais s'est vu déstabilisé par les attaques terroristes contre un musée et un complexe hôtelier en mars et en juin 2015. La stabilité relative de la Tunisie et la présence d'établissements de santé réputés ont contribué à l'essor du tourisme médical.

La science bénéficie d'un soutien de haut niveau

Comparé à la plupart des pays africains et arabes, le système de la STI tunisien se porte bien et bénéficie d'un fort soutien gouvernemental. Le Premier Ministre préside lui-même le Conseil supérieur de la recherche scientifique et de la technologie. Responsable de la formulation des politiques et des stratégies de mise en œuvre, le Ministère de l'enseignement supérieur, de la recherche scientifique et des technologies de l'information et de la communication peut compter sur l'expertise du Conseil consultatif national de la recherche scientifique et de la technologie et du Comité national de l'évaluation des activités de recherche scientifique. Ce dernier organe, indépendant, évalue les programmes relevant de la recherche scientifique publique et de la recherche privée financés par l'État. L'Observatoire national des sciences et de la technologie est un autre acteur crucial du système de la STI tunisien. Créé en 2006, il a été placé sous la tutelle du Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique en 2008.

25. Voir www.businessflood.com/forum-universitaire-tunisien-etude-sur-le-diagnostic-et-la-prevention-de-la-corruption-dans-le-milieu-universitaire-tunisien.

Une stratégie pour relier les universités et l'industrie

Le Conseil des universités est présidé par le Ministre de l'enseignement supérieur, de la recherche scientifique et des technologies de l'information et de la communication. En janvier 2015, le conseil a approuvé une vaste réforme de la recherche scientifique et de l'enseignement supérieur qui sera mise en œuvre entre 2015 et 2025. Elle se concentrera sur la modernisation des programmes universitaires afin de doter les diplômés des compétences recherchées par les employeurs et d'accorder aux universités une plus grande autonomie administrative et financière. En 2012, le ministère avait déjà fait un pas dans cette direction en instaurant pour la première fois des relations contractuelles avec les universités[26].

Cette réforme renforcera en outre les liens entre les universités et l'industrie et ajustera la répartition géographique des universités afin d'assurer une plus grande équité entre les régions. La création en cours de technoparcs, qui promeuvent la recherche et favorisent la création d'emplois dans les régions, est au cœur de cette stratégie.

La Tunisie investit massivement dans les technoparcs. L'Elgazala Technopark à Tunis a été le premier à voir le jour tant en Tunisie que dans le Maghreb. Créé en 1997, il est spécialisé dans les technologies de la communication et accueille environ 80 sociétés, dont 13 multinationales (Microsoft, Ericsson, Alcatel Lucent, etc.). Plusieurs autres technoparcs ont été établis depuis : citons, entre autres, Sidi Thabet (2002, biotechnologie et produits pharmaceutiques), Borj Cédria (2005, environnement, énergies renouvelables, biotechnologie et science des matériaux), Monastir (2006, textile) et Bizerte (2006, agroalimentaire). En 2012, le gouvernement a annoncé la création d'un nouveau technoparc à Remada, spécialisé dans les TIC. Par ailleurs, le village écosolaire de Zarzis-Djerba devrait bientôt être mis en service. Il créera des emplois dans la production d'énergies renouvelables, le dessalement de l'eau de mer et l'agriculture biologique ; il a également pour objectif de devenir un pôle de formation pour l'ensemble de la région africaine. La Tunisie compte hisser la part des énergies renouvelables dans le bouquet énergétique à 16 % (1 000 MW) d'ici 2016 et à 40 % (4 700 MW) d'ici 2030, dans le cadre de son *Plan solaire*[27], adopté en 2009.

L'objectif à long terme est de développer un système de recherche compétitif sur le plan international. En vertu d'un accord signé en novembre 2013 avec Tunis, France Clusters, qui regroupe les pôles technologiques français, s'est engagé à fournir des formations et des conseils en vue de la création de nouveaux technoparcs en Tunisie. Les technoparcs d'Elgazala et de Sidi Thabet sont membres de l'Association internationale des technopoles. Le technoparc de Gafsa, spécialisé dans les substances chimiques utiles, a été conçu en partenariat avec l'Agence coréenne de coopération internationale ; le gouvernement, les sociétés de gestion du parc et le tandem formé par le Groupe chimique tunisien et la Compagnie des phosphates de Gafsa assurent son financement.

L'adoption d'une nouvelle Constitution par le Parlement en juin 2014, et la passation de pouvoir pacifique suite aux élections parlementaires d'octobre 2014 puis entre le président en exercice et son successeur, Béji Caïd Essebsi, à la fin de la même année, donnent à penser que le pays est bien engagé sur la voie de la stabilité politique. Il est intéressant de signaler que certaines dispositions de la nouvelle Constitution concernent la science. En effet, l'article 33 dispose clairement que « l'État fournit les moyens nécessaires au développement de la recherche scientifique et technologique ».

YÉMEN



Le marasme politique actuel ne laisse aucune place à la science

Le Yémen compte plusieurs universités de renom, dont l'Université de Sanaa (1970). Il n'a pourtant jamais adopté de politique nationale en matière de science et de technologie ni alloué des ressources suffisantes à la R&D.

Ces 10 dernières années, le Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique a organisé plusieurs conférences afin d'évaluer la situation de la recherche scientifique nationale et d'identifier les obstacles à la recherche publique. En 2007, le ministère a également mis en place une équipe spéciale chargée de créer un musée de la science et, en 2008, le prix du Président pour la science. En 2014, le ministère a sollicité l'aide de la CESAO pour créer un observatoire de la STI au Yémen ; l'escalade du conflit a depuis eu raison de ce projet.

Le Yémen n'a pas organisé d'élections parlementaires depuis 2003. En février 2012, l'onde de choc du printemps arabe a contraint le Président Saleh à céder le pouvoir à son Vice-Président, Abd Rabbo Mansour Hadi ; une conférence sur le dialogue national a été lancée à l'initiative du Conseil de coopération du Golfe. En 2015, les tensions ont déclenché la guerre entre les forces de l'ancien régime et les partisans du Président Abd Rabbo Mansour Hadi, que soutiennent plusieurs pays arabes.

26. Les deux parties ont signé un contrat-cadre autorisant les universités et les institutions à élaborer leurs propres stratégies en matière d'enseignement et de recherche pour une période de quatre ans dans le cadre de projets et de programmes spécifiques ; ces stratégies s'accompagnent de plans de mise en œuvre.

27. Voir www.senat.fr/rap/r13-108/r13-108.pdf.

CONCLUSION

Un programme cohérent et un financement durable sont nécessaires

Le projet de *Stratégie arabe pour la science, la technologie et l'innovation* approuvé par le Conseil des ministres de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique dans le monde arabe (2014) contient un programme ambitieux. Il exhorte les pays à renforcer la coopération internationale dans 14 disciplines scientifiques et secteurs économiques stratégiques, dont l'énergie nucléaire, les sciences de l'espace et les technologies convergentes comme la bio-informatique et la nanobiotechnologie. La stratégie recommande de faire appel aux scientifiques de la diaspora et d'augmenter les investissements dans l'enseignement supérieur et la formation en vue de créer une masse critique d'experts et de freiner la fuite des cerveaux ; elle encourage en outre les chercheurs à réaliser des activités de vulgarisation auprès du grand public.

Elle omet cependant de préciser plusieurs aspects cruciaux, comme la délicate question de la prise en charge du coût élevé de sa mise en œuvre. Comment des pays lourdement endettés peuvent-ils contribuer à la plateforme ? Quels mécanismes doivent être mis en place pour lutter contre la pauvreté et accroître l'égalité d'accès aux connaissances et à la richesse à l'échelon national ? Si ces questions ne font pas l'objet d'une réflexion aboutie et si les pays ne mettent pas au point des solutions originales, aucune stratégie ne sera en mesure d'exploiter de manière efficace les capacités de la région.

La stratégie ne peut aboutir que si la communauté scientifique arabe élabore un ensemble cohérent de programmes et de projets scientifiques axés sur la résolution de problèmes et la couverture des besoins de la région, dont les sources de financement sont clairement définies.

Les événements des dernières années ont sans doute alimenté les tensions, mais les progrès réels ne pourront être mesurés qu'à l'aune des changements structurels collectifs aux niveaux économique, social et politique. Nous avons constaté dans les profils des pays précédents que certains ne sont pas en mesure de stimuler le développement ni le progrès pour des raisons économiques ou politiques, mais le résultat est invariable et on assiste à l'exode des experts et des chercheurs, alors que leur pays a consacré des millions de dollars à leur éducation. Dans nombre de ces pays, le dysfonctionnement du système de l'innovation, le manque de clarté du cadre politique et de gouvernance et la défaillance des infrastructures de TIC entravent l'accès aux informations et aux possibilités de créer des connaissances et de la richesse. Les gouvernements peuvent s'appuyer sur l'innovation sociale pour résoudre certains de ces problèmes.

Les défaillances des systèmes de l'innovation des pays arabes sont dues à de nombreux facteurs, dont certains sont mis en avant dans le présent rapport : faible niveau des dépenses de R&D, effectif relativement réduit d'ingénieurs, de chercheurs et d'experts qualifiés, nombre limité d'étudiants en sciences et faible soutien institutionnel. Sans compter les sombres perspectives sociales et politiques qui sapent la promotion de la science.

En dépit de la promesse des chefs d'État d'élever les DIRD à 1 % du PIB il y a de cela plus de 25 ans, aucun pays arabe n'a encore atteint cet objectif. Dans la plupart d'entre eux, le système éducatif ne forme toujours pas des diplômés désireux de contribuer à l'amélioration de l'économie. Quelle en est la raison ? Les gouvernements doivent se demander si le système éducatif est le seul en cause ou si d'autres obstacles, comme le climat peu propice aux affaires, entravent l'innovation et la culture de l'entrepreneuriat.

Comment les pays du Golfe vont-ils pouvoir amorcer la diversification de leur économie sans créer une masse critique d'experts, de techniciens et d'entrepreneurs ? Les programmes de l'enseignement supérieur sont factuels et privilégient les cours magistraux ; l'utilisation des outils de TIC, l'apprentissage pratique et la contextualisation y sont limités. Cet environnement favorise l'apprentissage passif et le recours à des méthodes d'examen qui mesurent la capacité des étudiants à mémoriser les connaissances et les programmes, plutôt que leur capacité d'analyse et leur créativité, toutes deux nécessaires pour innover. Les enseignants doivent sortir des sentiers battus et motiver leurs étudiants.

Les compétences acquises par les diplômés sont clairement en décalage par rapport à la demande du marché du travail. L'excédent de diplômés universitaires et l'orientation des élèves en difficulté vers la formation professionnelle – sans tenir compte du rôle clé des techniciens qualifiés dans l'économie du savoir – alimentent le chômage des diplômés de l'enseignement supérieur et privent le marché d'une main-d'œuvre qualifiée. À cet égard, il convient de signaler l'expérience menée depuis 2010 dans l'enseignement technique et professionnel en Arabie saoudite.

Le Maroc a annoncé sa décision de rendre l'éducation plus égalitaire. D'autres pays arabes pourraient lui emboîter le pas. Les gouvernements doivent mettre en place des bourses pour donner aux étudiants des zones rurales et pauvres les mêmes chances que leurs camarades plus aisés et vivant en milieu urbain. Des statistiques récentes montrent qu'un jeune récemment diplômé demeure au chômage pendant 2 à 3 ans en moyenne avant de décrocher un premier emploi. Cette situation présente un potentiel certain : pour cela, il faudrait recruter et former les jeunes diplômés universitaires, toutes disciplines confondues, afin qu'ils puissent enseigner pendant un ou deux ans dans les zones rurales frappées par une pénurie chronique d'enseignants du primaire et du secondaire.

Plusieurs gouvernements arabes mettent en place des observatoires chargés de recueillir et d'analyser des données afin d'exercer un meilleur suivi de leurs systèmes scientifiques. D'autres devraient suivre leur exemple, ce qui leur permettrait de surveiller l'efficacité de leurs politiques nationales, et créer un réseau d'observatoires pour assurer le partage d'informations et l'élaboration d'indicateurs communs. Certains ont déjà franchi le pas ; c'est le cas du Liban qui collabore à une plateforme d'observatoires de la STI en Méditerranée.

Il ne suffit pas aux pays de mettre en place des institutions matérielles pour créer un système de l'innovation. Les valeurs

et les aspects intangibles sont également cruciaux, comme la transparence, l'État de droit, la tolérance zéro à l'égard de la corruption, la récompense de l'initiative et de l'effort, un climat propice aux affaires, le respect de l'environnement et la diffusion des bienfaits de la technologie et de la science modernes auprès de la population en général, y compris les personnes défavorisées. L'employabilité et le recrutement au sein d'institutions publiques doivent dépendre exclusivement de l'expertise et de l'expérience de chaque individu plutôt que de considérations politiques.

En raison de la persistance des conflits politiques dans la région arabe, la sécurité nationale est généralement définie en termes militaires. Les ressources sont par conséquent allouées aux affaires militaires et à la défense plutôt qu'à la R&D, qui pourrait néanmoins contribuer à résoudre les problèmes liés à la pauvreté, au chômage et à l'érosion du bien-être de la population qui continuent de miner la région. Les pays du Moyen-Orient consacrent la part la plus élevée du PIB aux dépenses militaires. La résolution des problèmes politiques et la création de mécanismes collectifs de sécurité à l'échelon régional sont susceptibles de libérer des fonds publics qui pourraient être reversés à la recherche scientifique, afin de relever les défis urgents. Une telle réorientation accélérerait la diversification de l'économie et le développement socioéconomique.

Le secteur privé doit être encouragé à s'associer aux efforts de R&D. Les opérateurs de télécommunications marocains ont ainsi soutenu des projets de recherche publique en télécommunications en versant 0,25 % de leur chiffre d'affaires à un fonds spécialisé. On pourrait aussi envisager de prélever un montant symbolique auprès des grandes sociétés afin de financer la R&D dans leurs domaines respectifs, en particulier l'eau, l'agriculture et l'énergie. Il est impératif que les États arabes accélèrent le transfert de technologies innovantes en développant des projets pilotes éducatifs à grande échelle dans les domaines prioritaires, y compris les énergies renouvelables. Cela permettra de créer une masse critique de techniciens dans la région.

Une « chaîne de valeur » comprend un ensemble d'éléments interdépendants qui s'influencent mutuellement. Les approches dites « descendantes » ne sont pas en mesure d'amener le changement requis. Les décideurs doivent au contraire créer un environnement favorable aux vecteurs de changement, qu'ils soient universitaires ou économiques, à l'instar de Mme Hayat Sindi, qui fait appel au mentorat pour développer une culture de l'entrepreneuriat dans la région. Le monde arabe a besoin d'un plus grand nombre de champions de la science et de la technologie, y compris sur la scène politique, afin d'engager les changements positifs auxquels la région aspire.

OBJECTIFS PRINCIPAUX DES ÉTATS ARABES

- Obtenir un ratio DIRD/PIB d'au moins 1 % dans tous les pays arabes ;
- Obtenir un ratio DIRD/PIB de 1 % en Libye d'ici 2020 ;
- Obtenir un ratio DIRD/PIB de 1,5 % au Maroc d'ici 2025 ;
- Faire passer les exportations tunisiennes de technologie de 30 % à 50 % du total entre 2011 et 2016 ;
- Produire 1 000 brevets et créer 200 start-up innovantes au Maroc d'ici 2014 ;
- Consacrer 12 % du bouquet énergétique libanais aux énergies renouvelables d'ici 2020.

RÉFÉRENCES

Abd Almohsen, R. (2014) *Arab strategy on research collaboration endorsed*. *SciDev.Net,* 25 mars.

Agénor, P. R. et El-Aynaoui, K. (2015) *Maroc : stratégie de croissance à l'horizon 2025 dans un environnement international en mutation*. Centre de décision de l'Office chérifien des phosphates (OCP) : Rabat.

Al-Droubi, Z. (2012) *Syrian uprising takes toll on scientific community*. *SciDev.Net,* 17 avril.

Al-Hiddabi, S. (2014) *Challenge Report: Oman Case Study*. Article présenté lors de l'atelier organisé par l'Institut coréen pour l'évaluation et la planification de la science et de la technologie, en association avec le Centre international pour la coopération Sud-Sud dans le domaine des sciences, de la technologie et de l'innovation : Melaka, Malaisie, décembre 2014.

Al-Soomi, M. (2012) *Kuwait and economic diversification*. *GulfNews*, juin.

ASRT (2014) *Egyptian Science and Technology Indicators*. Observatoire égyptien de la science, de la technologie et de l'innovation, Académie égyptienne de la recherche scientifique et de la technologie : Le Caire.

BAD (2014) *Libye. Note de réengagement 2014-2016*. Banque africaine de développement.

Badr, H. (2012) *Egypt sets a new course for its scientific efforts*. *SciDev.Net,* 17 février.

Bitar, Z. (2015) *UAE to launch business innovation award*. *Gulf News*, mai.

Bond, M., Maram, H., Soliman, A. et Khattab, R. (2012) *Science and Innovation in Egypt. The Atlas of Islamic World Science and Innovation: Country Case Study*. Royal Society : Londres.

Boumedjout, H. (2011) *EU to fund Tunisian research programme*. *Nature Middle East*, 25 octobre.

Bq (2014) *Economic diversification reaps Qatar FDI dividends*. *Bq online*, juin.

Butler, D. (2011) *Tunisian scientists rejoice at freedom*. *Nature,* 469 : p. 453-454, 25 janvier.

CESAO (2014a) *The Broken Cycle: Universities, Research and Society in the Arab Region: Proposals for Change*. Commission économique et sociale pour l'Asie occidentale : Beyrouth.

CESAO (2014b) *L'intégration arabe pour une renaissance humaine*. Commission économique et sociale pour l'Asie occidentale : Beyrouth.

ETF (2014) *Labour Market and Employment Policy in Libya*. Fondation européenne pour la formation.

FADES *et al.* (2013) *The Unified Arab Economic Report*. Fonds arabe pour le développement économique et social, Fonds monétaire arabe, Organisation des pays exportateurs de pétrole et Ligue des États arabes.

FADES *et al.* (2010) *The Unified Arab Economic Report*. Fonds arabe pour le développement économique et social, Fonds monétaire arabe, Organisation des pays exportateurs de pétrole et Ligue des États arabes.

Faissal, N. (2015) *Le technopark de Tanger ouvrira ses portes en septembre*. *Aujourd'hui le Maroc*, 8 juillet.

Friedman, T. L. (2012) *The other Arab Spring*. *New York Times*, 7 avril.

Gaub, F. (2014) *Arab Military Spending: Behind the Figures*. Institut d'études de sécurité de l'Union européenne.

Global Financial Integrity (2013) *Illicit Financial Flows and the Problem of Net Resource Transfers from Africa: 1980-2009*. Voir http://africanetresources.gfintegrity.org/index.html.

Gulf News (2015) *Dubai to build first fully functional 3D building in the world*. Staff report, 30 juin.

HAST (2012) *Développer la recherche scientifique et l'innovation pour gagner la bataille de la compétitivité. Un état des lieux et des recommandations clés.* Académie Hassan II des sciences et techniques.

Jalal, M. A. (2014) *Soudan : indicateurs relatifs à la science, à la technologie et à l'innovation* (en arabe). UNESCO : Khartoum.

Kaufmann D. A., Kraay A. et Mastruzzi, M. (2011) *Worldwide Governance Indicators*. Banque mondiale : Washington D.C.

Khatib I. A., Tsipouri L., Bassiakos Y. et Hai-Daoud, A. (2012) *Innovation in Palestinian industries: a necessity for surviving the abnormal*. *Journal of the Knowledge Economy.* DOI : 10.1007/s13132-012-0093-8.

Le Monde (2015) *Le Maroc veut construire le plus grand parc solaire du monde*. *Le Monde*, 13 janvier.

Nour, S. (2013a) *Science, technology and innovation policies in Sudan*. *African Journal of Science, Technology, Innovation and Development* 5(2) : p. 153-169.

Nour, S. (2013b) *Technological Change and Skill Development in Sudan*. Springer : Berlin (Allemagne), p. 175-176.

Nour, S. (2012) Assessment of Science and Technology Indicators in Sudan. *Science, Technology & Society* 17:2 (2012) : p. 321-352.

O'Reilly, M. (2012) *Samira Rajab: the minister of many words*. *Gulf News*, mai.

Rasooldeen, M. D. (2014) *Finland to train technicians*. *Arab News*, novembre.

Salacanin, S. (2015) *Oil and gas reserves: how long will they last?*. *Bq magazine*, février.

Tindemans, P. (2015) *Report on STI Policy Dialogue in Egypt,* avril. UNESCO : Le Caire.

UNESCO et Ministère des sciences et de la communication (2014) *Soudan : renouvellement des politiques et des systèmes relatifs aux sciences, aux technologies et à l'innovation* (en arabe). UNESCO et Ministère des sciences et de la communication : Khartoum, p. 19.

Wall Street Journal (2014) *Oil price slump strains budgets of some OPEC members*. 10 octobre. Voir http://online.wsj.com.

WEF (2014) *Rethinking Arab Employment: a Systemic Approach for Resource-Endowed Economies*. Forum économique mondial.

Yahia, M. (2012) *Science reborn in Tunisia*. *Nature Middle East*, 27 janvier.

Moneef R. Zou'bi, né en 1963 en Jordanie, est titulaire d'un doctorat en sciences et technologies délivré par l'Université de Malaisie. Il est le directeur général de l'Académie des sciences du monde islamique depuis 1998, et s'est efforcé à ce titre de faciliter les interactions entre la science et le développement et entre les pays. Le Dr Zou'bi a participé à différentes études mises en œuvre par la Banque islamique de développement et l'Organisation de la coopération islamique.

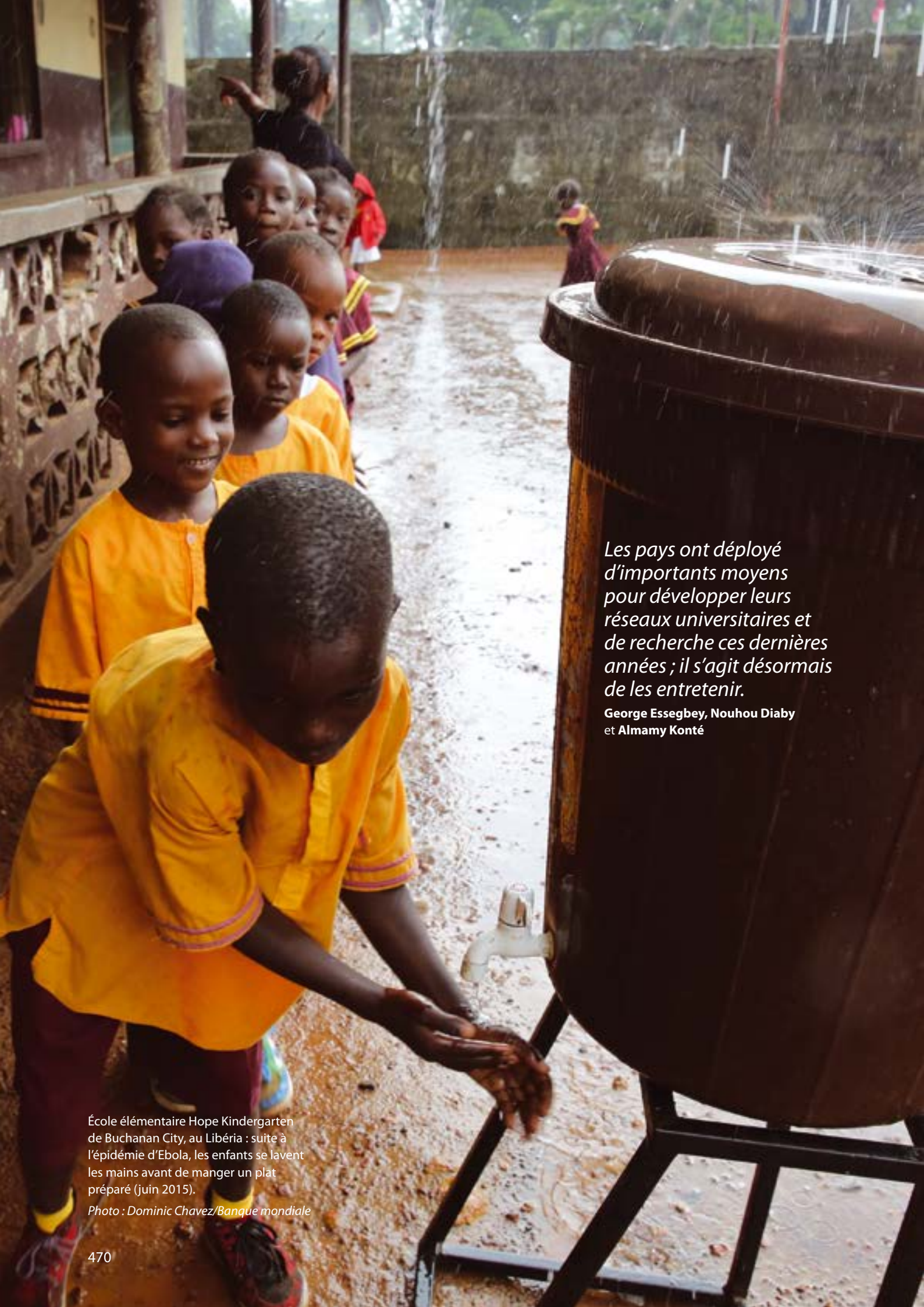
Samia Satti Osman Mohamed Nour, née en 1970 au Soudan, est maître de conférences en économie à l'Université de Khartoum et chercheuse associée à l'UNU-MERIT (Pays-Bas). Elle est titulaire d'un doctorat en économie délivré par l'Université de Maastricht (Pays-Bas) depuis 2005. Le Dr Nour a publié plusieurs ouvrages, tels que *Technological Change and Skills Development in Arab Gulf Countries* (Springer, 2013) et *Economic Systems of Innovation in the Arab Region* (Palgrave Macmillan, 2015).

Jauad El Kharraz, né en 1977 au Maroc, est titulaire d'un doctorat en sciences de la télédétection délivré par l'Université de Valence (Espagne). Membre de la Global Change Unit de cette même université, il a par ailleurs cofondé l'Arab World Association of Young Scientists, association au sein de laquelle il occupe le poste de secrétaire général. Il est également membre du Groupe de travail sur la création d'une académie du monde islamique des jeunes scientifiques. Depuis 2004, le Dr El Kharraz est gestionnaire de l'information au sein de l'unité technique du Système euro-méditerranéen d'information sur les savoir-faire dans le domaine de l'eau.

Nazar M. Hassan, né en 1964 au Soudan, est depuis 2009 spécialiste en chef des sciences et technologies pour les États arabes au sein du Bureau de l'UNESCO au Caire, au sein duquel il a créé plusieurs réseaux visant à consolider la culture de l'entrepreneuriat technologique dans la région. Il travaillait auparavant à Beyrouth, au Liban, comme économiste en chef au sein de la division du développement durable de la Commission économique et sociale pour l'Asie occidentale. Le Dr Hassan est titulaire d'un doctorat en optimisation des systèmes de l'Université du Massachusetts à Amherst (États-Unis).

REMERCIEMENTS

Les auteurs souhaitent remercier le professeur Mohamed Alwasad de l'Autorité libyenne pour la recherche, la science et la technologie pour ses précieuses données et informations contextuelles sur la Libye.



Les pays ont déployé d'importants moyens pour développer leurs réseaux universitaires et de recherche ces dernières années ; il s'agit désormais de les entretenir.

George Essegbey, Nouhou Diaby et **Almamy Konté**

École élémentaire Hope Kindergarten de Buchanan City, au Libéria : suite à l'épidémie d'Ebola, les enfants se lavent les mains avant de manger un plat préparé (juin 2015).

Photo : Dominic Chavez/Banque mondiale

18. Afrique de l'Ouest

Bénin, Burkina Faso, Cabo Verde, Côte d'Ivoire, Gambie, Ghana, Guinée, Guinée-Bissau, Libéria, Mali, Niger, Nigéria, Sénégal, Sierra Leone, Togo

George Essegbey, Nouhou Diaby et Almamy Konté

INTRODUCTION

Une volonté de parvenir au statut de pays à revenu intermédiaire d'ici 2030

La plupart des pays de l'Afrique de l'Ouest aspirent à parvenir au statut de pays à revenu intermédiaire (de la tranche inférieure ou supérieure)[1] dans les 15 prochaines années. Cet objectif est notamment inscrit dans les politiques économiques et les plans de développement actuels de la Côte d'Ivoire, de la Gambie, du Ghana, du Libéria, du Mali, du Sénégal et du Togo. Le Nigéria entend même se classer parmi les 20 plus grandes économies mondiales d'ici 2020. Toutefois, pour les deux tiers des pays de l'Afrique de l'Ouest, ce statut demeure inaccessible : au Bénin, au Burkina Faso, en Gambie, en Guinée, en Guinée-Bissau, au Libéria, au Mali, au Niger, en Sierra Leone et au Togo, le PIB par habitant reste inférieur à 1 045 dollars des États-Unis par an.

Les plans de développement des pays s'articulent généralement autour de trois axes : la création de richesses, le renforcement de l'équité sociale et l'intensification du développement durable. Afin d'atteindre le statut de pays à revenu intermédiaire, ils accordent la priorité à l'amélioration des pratiques de gouvernance, à la création d'un environnement plus favorable aux entreprises, au renforcement des systèmes agricoles et de santé, à la modernisation des infrastructures et à la qualification de la main-d'œuvre. Ces plans témoignent d'une volonté d'exploiter de manière plus durable les ressources qui constituent le fondement de leur économie, mais également de diversifier et de moderniser leur économie. Rien de tout cela ne sera possible sans une main-d'œuvre qualifiée et un recours à la science, à la technologie et à l'innovation (STI).

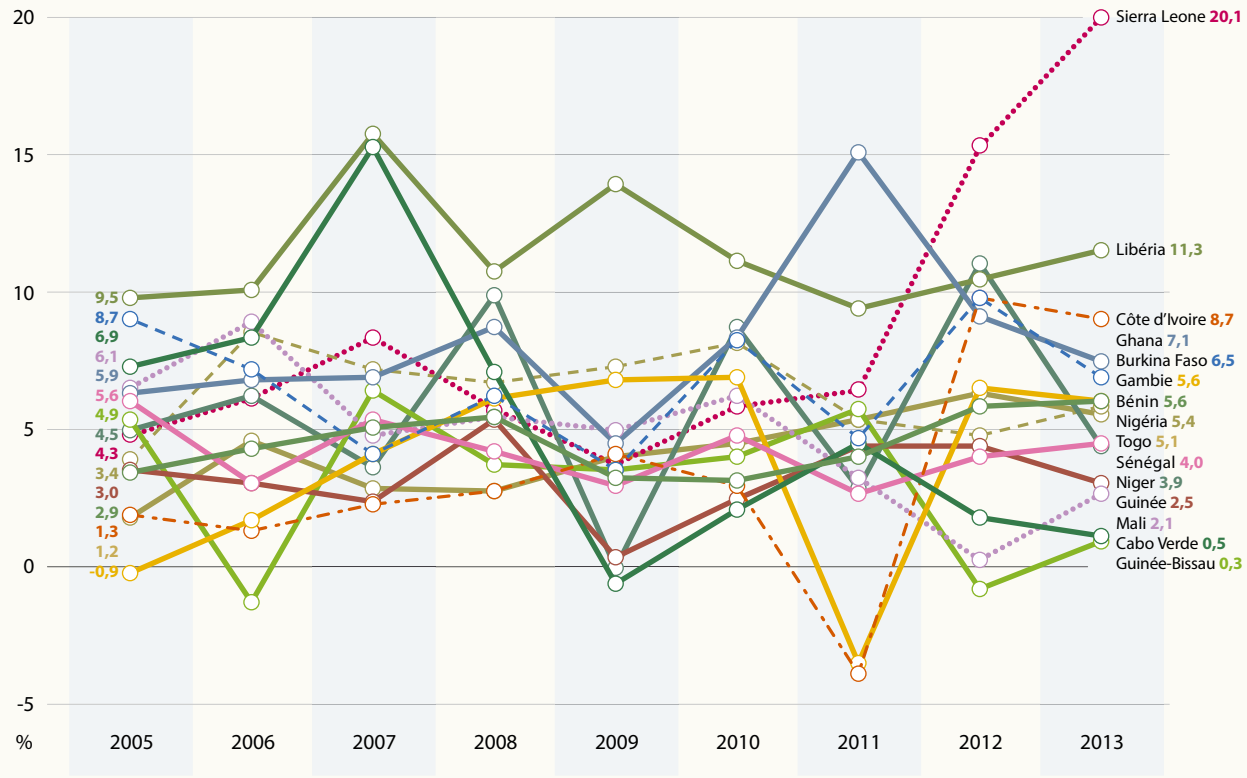
Forte croissance économique malgré une série de crises

En dépit d'une série de crises, la Communauté économique des États de l'Afrique de l'Ouest (CEDEAO) a enregistré une forte croissance économique ces dernières années.

Au Mali, une rébellion touareg a tenté en janvier 2012 d'établir un territoire indépendant dans le nord du pays en s'alliant avec des groupes djihadistes. En janvier 2013, le gouvernement a demandé à la France d'intervenir ; depuis, la situation s'est stabilisée mais reste fragile. En raison de ce conflit, l'économie malienne a connu un recul de 0,4 % en 2012 après une croissance soutenue de 5 % en moyenne pendant six ans (figure 18.1).

1. Cinq pays ont déjà atteint le statut de pays à revenu intermédiaire de la tranche inférieure : Cabo Verde, la Côte d'Ivoire, le Ghana, le Nigéria et le Sénégal. Pour eux, la prochaine étape sera de parvenir à la tranche supérieure.

Figure 18.1 : **Croissance économique en Afrique de l'Ouest, 2005-2013 (%)**



Source : Banque mondiale, Indicateurs du développement dans le monde, septembre 2014.

La Guinée-Bissau a subi en avril 2012 un coup d'État militaire qui a poussé l'Union africaine à imposer des sanctions, levées deux ans plus tard suite à l'élection du Président José Mario Vaz.

La Côte d'Ivoire se remet à peine d'une guerre civile qui a pris fin en avril 2011 avec l'arrestation de l'ancien président, accusé de crimes de guerre. Après des années de stagnation, l'économie ivoirienne a rebondi de 9 % en 2013.

Au nord du Nigéria, pays le plus peuplé d'Afrique, la secte Boko Haram (littéralement « les livres occidentaux sont interdits ») poursuit son régime de terreur contre la population, avec des incursions de plus en plus nombreuses au Cameroun et au Niger voisins. Les Nigérians peuvent cependant se féliciter d'avoir connu une passation de pouvoir sans heurts entre le président sortant Goodluck Jonathan et son successeur Muhammadu Buhari après l'annonce des résultats électoraux le 31 mars 2015.

Au Burkina Faso, le 30 octobre 2014, une révolte populaire a mis un terme à la présidence de Blaise Compaoré qui, après 27 ans de pouvoir, avait tenté de modifier la Constitution de façon à briguer un cinquième mandat. L'ancien diplomate Michel Kafando a été nommé président de transition par consensus et chargé d'organiser une élection générale en novembre 2015.

En Guinée, au Libéria et en Sierra Leone, l'épidémie d'Ebola a cruellement rappelé le sous-investissement chronique dont souffrent les systèmes de santé en Afrique de l'Ouest. Entre mars et décembre 2014, 8 000 personnes sont décédées, soit un taux de mortalité avoisinant 40 %. Cette épidémie a suscité un élan de solidarité. En septembre, Cuba a envoyé des centaines de médecins et d'infirmiers dans les pays touchés. Un mois plus tard, la Communauté d'Afrique de l'Est a envoyé son propre contingent de 600 professionnels de la santé, dont 41 médecins, afin de combattre l'épidémie. Ils ont été rejoints début décembre par 150 professionnels de la santé volontaires du Bénin, de Côte d'Ivoire, du Ghana, du Mali, du Niger et du Nigéria dans le cadre d'une initiative conjointe de la CEDEAO et de son agence spécialisée, l'Organisation ouest-africaine de la santé. Les États-Unis, l'Union africaine, l'Union européenne et d'autres sont également venus à la rescousse en apportant des financements et d'autres formes d'aide. L'année précédant l'épidémie, le Libéria et la Sierra Leone avaient affiché une croissance remarquable (respectivement 11 % et 20 %). À cause d'Ebola, ces économies fragiles risquent de revenir plusieurs années en arrière (figure 18.1).

Des faiblesses structurelles masquées par une forte croissance

Malgré ces crises, la Commission de la CEDEAO se montre optimiste quant aux perspectives de croissance de la sous-région. Elle projette même de meilleurs résultats en 2014 qu'en 2013 (7,1 % de croissance contre 6,3 %). Ce fort taux de croissance masque toutefois d'importantes faiblesses structurelles. Depuis des décennies, les économies de l'Afrique de l'Ouest reposent presque entièrement sur les revenus issus des matières premières : environ 95 % des recettes d'exportation du Nigéria sont tirées du pétrole brut et du gaz naturel, l'or et le cacao représentent à eux seuls environ 53 % des exportations du Ghana, et près des trois quarts des recettes d'exportation du Mali sont issues du coton (figure 18.2). Lorsque les matières premières sont extraites ou cultivées en Afrique de l'Ouest mais transformées sur d'autres continents, cela prive la sous-région de nouvelles industries et de nouveaux emplois. Malgré cette évidence, les pays de l'Afrique de l'Ouest n'ont pas encore réussi à diversifier leurs économies et à générer des recettes d'exportation à partir de produits manufacturés à valeur ajoutée.

Il est vrai que certains pays ont amorcé ce processus : la Côte d'Ivoire, le Ghana, la Guinée, le Nigéria et le Sénégal, par exemple, disposent d'industries qui produisent des marchandises à valeur ajoutée. Afin d'améliorer la valeur ajoutée et de renforcer la base des ressources en matières premières des industries, ces pays ont tous mis en place des instituts de recherche afin de transformer les produits bruts en marchandises transformées ou semi-transformées. Le Ghana et le Nigéria ont également créé des instituts spécialisés dans l'aéronautique, l'énergie nucléaire, la chimie et la métallurgie. Les premiers technoparcs et cybervillages commencent à voir le jour dans ces pays (CEDEAO, 2011a).

Le Ghana peut-il être une victime de la « malédiction du pétrole » ? Une récente étude de l'Institut de recherche statistique, sociale et économique de l'Université du Ghana note l'importance accrue du pétrole dans le PIB depuis 2011 (début des exportations) et se demande si le Ghana ne risque pas de devenir dépendant du pétrole, dans la mesure où la production pétrolière semble modifier la structure des exportations du pays (voir figure 19.1). Le Ghana serait-il en train de basculer vers un marché dominé par le pétrole, ou fera-t-il le choix judicieux d'utiliser ses revenus pétroliers pour diversifier son économie ? (ISSER, 2014)

La diversification économique entravée par une pénurie de main-d'œuvre qualifiée

La diversification de l'économie est entravée, entre autres, par la pénurie de personnel qualifié et notamment de techniciens dans des secteurs à forte croissance comme l'exploitation minière, l'énergie, l'eau, l'industrie manufacturière, les infrastructures et les télécommunications. Le manque de personnel qualifié compromet également l'efficacité de l'agriculture et des systèmes de santé nationaux.

Dans ce contexte, le projet de création de Centres d'excellence africains, lancé par la Banque mondiale en avril 2014, arrive à point nommé pour renforcer le système éducatif. Huit États[2] vont ainsi recevoir près de 150 millions de dollars des États-Unis de prêts afin de financer la recherche et la formation dans 19 des meilleures universités de la sous-région (tableau 18.1). L'Association des universités africaines sera chargée de la coordination et du partage des connaissances entre ces 19 universités ; elle a reçu un financement de la Banque mondiale à cet effet.

S'il est indéniablement utile, le projet des Centres d'excellence africains ne saurait cependant se substituer à l'investissement national. Actuellement, seuls trois pays[3] d'Afrique de l'Ouest

2. Le Nigéria (70 millions de dollars É.-U.), le Ghana (24 millions de dollars É.-U.), le Sénégal (16 millions de dollars É.-U.), le Bénin, le Burkina Faso, le Cameroun et le Togo (8 millions de dollars É.-U. chacun). La Gambie recevra également un prêt de 2 millions de dollars des États-Unis ainsi qu'une subvention de 1 million de dollars des États-Unis pour la formation à court terme.

3. Les données ne sont pas disponibles pour le Nigéria.

Figure 18.2 : **Trois principaux produits d'exportation en Afrique, 2012**

Afrique du Sud : or (11,6 %), minerais et concentrés de fer (7,6 %), platine (6,6 %)

Algérie : pétrole brut et autres hydrocarbures (45,0 %), gaz naturel à l'état gazeux (20,0 %), huiles légères et préparations (8,7 %)

Angola : pétrole brut et autres hydrocarbures (96,8 %)

Bénin : coton (19,0 %), huiles de pétrole ou minéraux bitumineux (13,7 %), or (13,4 %)

Botswana : diamants bruts (74,3 %), autres diamants non industriels (7,2 %), or sous formes mi-ouvrées (5,4 %)

Burkina Faso : coton (44,9 %), or sous formes brutes (29,4 %), or sous formes mi-ouvrées (5,4 %)

Burundi : café non torréfié (58,0 %), thé noir (12,2 %), minerais et concentrés de niobium, de tantale et de vanadium (9,0 %)

Cabo Verde : maquereau (16,5 %), thon listao ou bonite à ventre rayé (15,4 %), thon albacore (14,2 %)

Cameroun : pétrole brut et autres hydrocarbures (48,1 %), fèves de cacao (9,0 %), bois tropicaux (7,7 %)

Comores : clous de girofle (56,1 %), navires flottants à démanteler (21,2 %), huiles essentielles (9,8 %)

Côte d'Ivoire : fèves de cacao (31,8 %), pétrole brut et autres hydrocarbures (12,3 %), caoutchouc naturel (7,2 %)

Djibouti : animaux vivants (23,0 %), moutons (18,1 %), chèvres (15,6 %)

Égypte : pétrole brut et autres hydrocarbures (24,0 %), gaz naturel liquéfié (11,1 %)

Érythrée : or (88,0 %), argent (4,9 %)

Éthiopie : café non torréfié (39,5 %), graines de sésame (19,7 %), fleurs coupées fraîches (10,2 %)

Gabon : pétrole brut et autres hydrocarbures (85,4 %), minerais et concentrés de manganèse (6,7 %)

Gambie : bois (48,6 %), noix de cajou (16,2 %), pétrole et autres hydrocarbures (6,5 %)

Ghana : or (36,0 %), fèves et pâte de cacao (16,5 %), pétrole brut et autres hydrocarbures (22,0 %)

Guinée : or (40,5 %), bauxite (34,0 %), alumine (9,0 %)

Guinée-Bissau : noix de cajou (83,9 %)

Guinée équatoriale : pétrole brut et autres hydrocarbures (73,6 %), gaz naturel liquéfié (19,8 %)

Kenya : thé noir (20,0 %), fleurs coupées fraîches (12,1 %), café non torréfié (5,9 %)

Lesotho : diamants (45,5 %), pantalons et shorts en coton pour homme/garçon (13,4 %), pantalons et shorts synthétiques pour femme/fille (6,1 %)

Libéria : minerais et concentrés de fer (21,1 %), caoutchouc naturel (19,3 %), pétroliers (12,3 %)

Libye : pétrole brut et autres hydrocarbures (88,4 %), gaz naturel à l'état gazeux (5,6 %)

Madagascar : clous de girofle (15,8 %), crevettes (7,2 %), minerais et concentrés de titane (5,5 %)

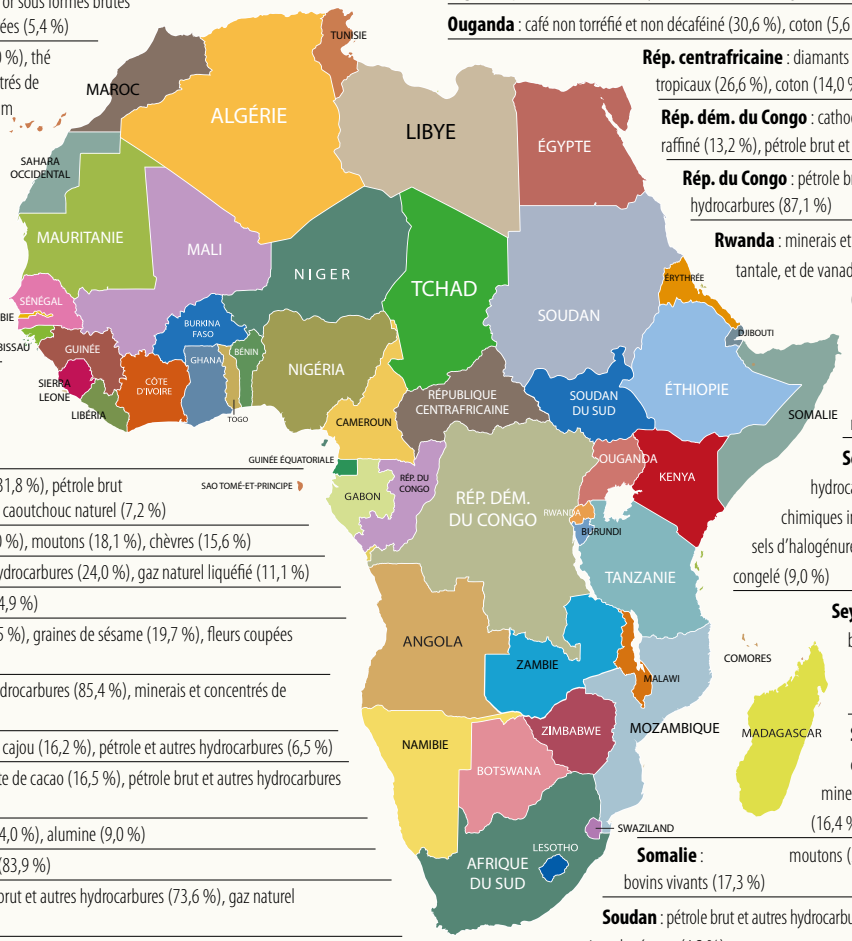
Malawi : tabac (50,1 %), uranium naturel et ses composés (10,4 %), canne à sucre brute (8,0 %)

Mali : coton (72,7 %), graines de sésame (8,8 %)

Maroc : acide phosphorique et polyphosphorique (8,2 %), circuits d'allumage de moteurs et autres kits de câblage utilisés pour les véhicules, les avions et les bateaux (6,1 %), phosphate de diammonium (4,5 %)

Maurice : thon, listao et bonite (15,3 %), sucre de canne ou de betterave solide (10,5 %), tee-shirts et autres vêtements en coton (7,4 %)

Mauritanie : minerais et concentrés de fer (46,7 %), minerais et concentrés de cuivre (15,6 %), poulpe (10,5 %)



Mozambique : aluminium non allié (28,8 %), huiles légères et préparations (12,1 %), gaz naturel liquéfié (5,4 %)

Namibie : diamants bruts (30,1 %), cuivre non raffiné (13,4 %), uranium naturel et ses composés (13,2 %)

Niger : uranium naturel et ses composés (62,2 %), huiles légères et préparations (12,1 %), animaux vivants (6,0 %)

Nigéria : pétrole brut et autres hydrocarbures (84,0 %), gaz naturel liquéfié (10,8 %)

Ouganda : café non torréfié et non décaféiné (30,6 %), coton (5,6 %), tabac (5,5 %)

Rép. centrafricaine : diamants non triés (32,3 %), bois tropicaux (26,6 %), coton (14,0 %)

Rép. dém. du Congo : cathodes (43,9 %), cuivre non raffiné (13,2 %), pétrole brut et autres hydrocarbures (13,2 %)

Rép. du Congo : pétrole brut et autres hydrocarbures (87,1 %)

Rwanda : minerais et concentrés de niobium, de tantale, et de vanadium (23,7 %), café non torréfié (23,5 %), minerais et concentrés d'étain (19,2 %)

Sao Tomé-et-Principe : fèves de cacao (47,6 %), montres (9,2 %), bijoux (6,4 %)

Sénégal : pétrole et autres hydrocarbures (20,8 %), éléments chimiques inorganiques, oxydes et sels d'halogénure (12,0 %), poisson frais et congelé (9,0 %)

Seychelles : thon, listao et bonite (52,5 %), thon obèse (13,2 %), thon albacore (7,1 %)

Sierra Leone : minerais et concentrés de fer (45,2 %), minerais et concentrés de titane (16,4 %), diamants bruts (12,1 %)

Somalie : moutons (29,4 %), chèvres (28,2 %), bovins vivants (17,3 %)

Soudan : pétrole brut et autres hydrocarbures (65,6 %), moutons (10,6 %), graines de sésame (4,2 %)

Soudan du Sud : pétrole brut et autres hydrocarbures (99,6 %)

Swaziland : canne à sucre brute (17,4 %), substances odoriférantes utilisées dans la nourriture et les boissons (14,8 %), minerais et concentrés de fer (10,9 %)

Tanzanie : minerais et concentrés de métaux précieux (11,7 %), tabac (11,5 %), café non torréfié et non décaféiné (6,6 %)

Tchad : pétrole et autres hydrocarbures, brut et préparations (97,0 %)

Togo : or (12,1 %), phosphates de calcium naturel et craie phosphatée (11,7 %), huiles légères et préparations (10,3 %)

Tunisie : pétrole brut et autres hydrocarbures (11,2 %), circuits d'allumage de moteurs et autres kits de câblage utilisés pour les véhicules, les avions et les bateaux (6,2 %), pantalons et shorts en coton pour homme/garçon (4,3 %)

Zambie : cathodes (47,6 %), cuivre non raffiné (26,1 %), maïs en grains (5,0 %)

Zimbabwe : tabac (30,8 %), ferrochrome (11,6 %), coton (9,6 %)

Remarque : Les données relatives au Ghana concernent l'année 2013.
Source : BAD *et al.* (2014), tableau 18.7 ; pour le Ghana : données 2013 calculées à partir de ISSER (2014).

consacrent plus de 1 % de leur PIB à l'enseignement supérieur : le Ghana et le Sénégal (1,4 %) ainsi que le Mali (1,0 %). Au Libéria, cette part est même inférieure à 0,3 % (voir le tableau 19.2). Jusqu'à présent, la priorité a été d'assurer l'éducation primaire pour tous d'ici 2015, conformément aux objectifs du Millénaire pour le développement. Le faible niveau d'investissement dans l'enseignement supérieur a entraîné ces 10 dernières années un essor des universités privées, qui représentent aujourd'hui plus de la moitié des universités dans certains pays (CEDEAO, 2011a).

Tableau 18.1 : **Projet des Centres d'excellence africains, 2014**

	Centres d'excellence	Établissement chef de file
Bénin	Mathématiques appliquées	Université d'Abomey-Calavi
Burkina Faso	Sciences et technologies de l'eau, de l'énergie et de l'environnement	Institut international d'ingénierie de l'eau et de l'environnement (2iE)
Cameroun	Technologies de l'information et de la communication	Université de Yaoundé
Ghana	Formation des phytogénéticiens et des chercheurs et techniciens semenciers	Université du Ghana
	Biologie cellulaire des pathogènes infectieux	Université du Ghana
	Eau et assainissement environnemental	Université des sciences et technologies Kwame Nkrumah
Nigéria	Développement agricole et environnement durable	Université fédérale d'agriculture
	Agriculture des terres arides	Université Bayero
	Produits chimiques pour l'extraction pétrolière	Université de Port Harcourt
	Sciences, technologies et connaissances	Université Obafemi Awolowo
	Technologie et recherche alimentaire	Université de l'État de Benue
	Génomique des maladies infectieuses	Université Redeemers
	Maladies tropicales négligées et biotechnologie médicolégale	Université Ahmadu Bello
	Recherche et développement phytomédicaux	Université de Jos
	Santé et innovation de la reproduction	Université du Bénin, Nigéria
	Sciences des matériaux	Université africaine de sciences et technologies
Sénégal	Santé maternelle et infantile	Université Cheikh-Anta-Diop
	Mathématiques, informatique et technologies de l'information et de la communication	Université Gaston-Berger, Saint-Louis
Togo	Sciences avicoles	Université de Lomé

Source : Banque mondiale.

Les centres d'excellence : un problème partagé est à moitié résolu

Actuellement, la plupart des scientifiques d'Afrique de l'Ouest n'ont aucun contact les uns avec les autres, y compris dans un même pays. L'initiative de la Banque mondiale s'inscrit dans la logique du *Plan d'action consolidé de l'Afrique dans le domaine de la science et de la technologie (2005-2014)*, qui préconisait la création de réseaux régionaux de centres d'excellence ainsi qu'une plus grande mobilité des scientifiques sur le continent.

L'Afrique de l'Ouest participe à plusieurs de ces réseaux. Ouagadougou (Burkina Faso) abrite ainsi le Réseau africain d'expertise en biosécurité (encadré 18.1), et l'Institut sénégalais de recherches agricoles, situé à Dakar, constitue l'un des quatre noyaux du Réseau africain des biosciences (voir l'encadré 19.1). Le Sénégal et le Ghana abritent par ailleurs deux des cinq Instituts africains des sciences mathématiques (voir encadré 20.3).

En 2012, l'Union économique et monétaire ouest-africaine (UEMOA) a désigné 14 centres d'excellence dans la région (tableau 18.2). Ce label permet aux institutions concernées de

Tableau 18.2 : **Les Centres d'excellence de l'UEMOA, 2012**

	Centres d'excellence	Villes
Burkina Faso	Centre de recherche en sciences biologiques, alimentaires et nutritionnelles	Ouagadougou
	Institut supérieur des sciences de la population	Ouagadougou
	Centre international de recherche-développement sur l'élevage en zone subhumide	Bobo-Dioulasso
	Institut international d'ingénierie de l'eau et de l'environnement	Ouagadougou
Côte d'Ivoire	École nationale supérieure de statistique et d'économie appliquée	Abidjan
Mali	Réseau ouest et centre-africain de recherche en éducation	Bamako
Niger	Centre régional de formation en agrométéorologie et hydrologie opérationnelle	Niamey
	Centre régional d'enseignement spécialisé en agriculture	Niamey
Sénégal	Centre africain d'études supérieures en gestion	Dakar
	École supérieure multinationale des télécommunications	Dakar
	École inter-États des sciences et médecine vétérinaires	Dakar
	Centre du riz pour l'Afrique	Saint-Louis
	Institut supérieur de gestion	Dakar
Togo	École africaine des métiers de l'architecture et de l'urbanisme	Lomé

Source : UEMOA.

Encadré 18.1 : **Le Réseau africain d'expertise en biosécurité**

Le Réseau africain d'expertise en biosécurité a été créé à Ouagadougou le 23 février 2010 dans le cadre d'un accord de siège conclu entre le NEPAD et le gouvernement du Burkina Faso. Ce réseau constitue une ressource pour les régulateurs chargés des questions de sécurité relatives à l'introduction et au développement d'organismes génétiquement modifiés. Il leur permet d'accéder à des notes stratégiques et autres informations utiles mises en ligne en anglais et en français, et organise également des ateliers nationaux et infrarégionaux sur des sujets déterminés.

Des cours d'une semaine sur la biosécurité ont ainsi été mis en place pour les régulateurs africains en partenariat avec l'Université du Michigan (États-Unis), au Burkina Faso en novembre 2013 et en Ouganda en juillet 2014. Ce dernier a été suivi par 22 régulateurs venus d'Éthiopie, du Kenya, du Malawi, du Mozambique, de l'Ouganda, de Tanzanie et du Zimbabwe.

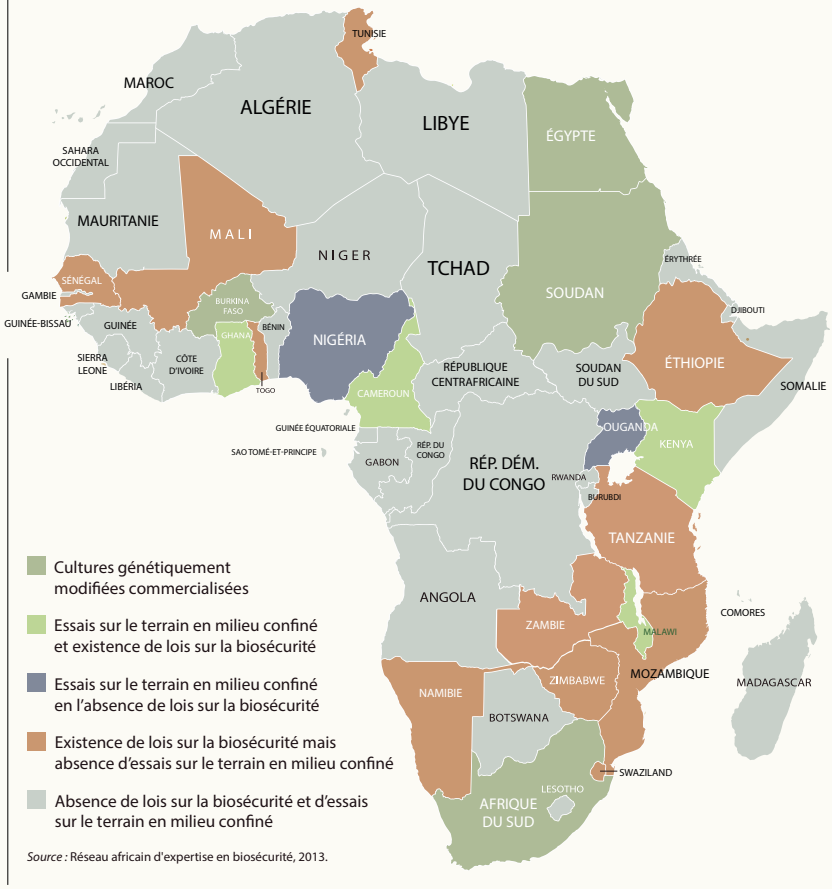
En avril 2014, le réseau a organisé un atelier de formation au Nigéria à la demande du Ministère fédéral de l'environnement. Cet atelier, dont l'objectif était de renforcer les capacités réglementaires des comités institutionnels en matière de biosécurité, a réuni 44 participants issus de ministères, d'organismes de réglementation, d'universités et d'institutions de recherche. Cette formation devait par ailleurs permettre de s'assurer de la conformité réglementaire des essais en milieu confiné et des essais multilocaux actuellement réalisés pour le niébé résistant au Maruca et le sorgho biofortifié. Elle était organisée en partenariat avec le Programme de renforcement des systèmes de biosécurité de l'Institut international de recherche sur les politiques alimentaires.

Du 28 avril au 2 mai 2014, le Ministère togolais de l'environnement et des ressources forestières a organisé un atelier de consultation des parties prenantes afin de valider la version révisée de la loi togolaise sur la biosécurité. Environ 60 personnes y ont participé, notamment des représentants gouvernementaux, des chercheurs, des juristes, des régulateurs spécialisés dans la biosécurité et des représentants de la société civile. L'atelier était présidé par un membre du Comité national de la biosécurité. L'objectif était de mettre la loi sur la biosécurité adoptée par le Togo en janvier 2009 en adéquation avec les réglementations et les bonnes pratiques internationales en la matière, en particulier le *Protocole additionnel de Nagoya-Kuala Lumpur sur la responsabilité et la réparation*, signé par le Togo en septembre 2011. L'atelier de validation constituait une étape décisive avant que le nouveau projet de loi soit déposé à l'Assemblée nationale en vue de son adoption ultérieure.

En juin 2014, le réseau a organisé un voyage d'étude de quatre jours en Afrique du Sud pour 10 régulateurs et décideurs du Burkina Faso, d'Éthiopie, du Kenya, du Malawi, du Mozambique et du Zimbabwe, afin de leur permettre d'interagir directement avec leurs homologues et avec des spécialistes de l'industrie en Afrique du Sud. Ce voyage d'étude a été organisé sous l'égide de l'Agence de planification et de coordination du NEPAD, en partenariat avec le Réseau de l'Afrique australe pour les biosciences (SANBio, voir l'encadré 19.1).

Le Réseau africain d'expertise en biosécurité a été mis en place conformément au *Plan d'action consolidé de l'Afrique dans le domaine de la science et de la technologie* (2005) et en réponse à la recommandation du Panel africain de haut niveau sur la biotechnologie moderne, intitulée *Liberté d'innovation* (Juma et Serageldin, 2007). Il est financé par la Fondation Bill & Melinda Gates.

Source : www.nepadbiosafety.net.



Source : Réseau africain d'expertise en biosécurité, 2013.

recevoir une aide financière de l'UEMOA pendant deux ans. Dans le cadre de sa *Politique en matière de science et de technologie* (voir plus bas), la CEDEAO compte également sélectionner plusieurs centres d'excellence par voie de concours.

UNE AMBITION RÉGIONALE POUR LA SCIENCE ET LA TECHNOLOGIE

Une feuille de route pour un développement plus efficace

L'intégration régionale peut contribuer à accélérer le développement en Afrique de l'Ouest. Le document *Vision 2020*[4] adopté par les États membres de la CEDEAO en 2011 concorde avec l'objectif à long terme du continent de créer une Communauté économique africaine (encadré 18.2). La *Vision 2020* aspire à « créer une région sans frontière, paisible, prospère et cohérente, bâtie sur la bonne gouvernance et où les populations ont la capacité d'accéder et d'exploiter ses énormes ressources par la création d'opportunités de développement durable et de préservation de l'environnement ». Elle entend créer d'ici 2020 un environnement « dans lequel le secteur privé sera le moteur principal de la croissance et du développement » (CEDEAO, 2011b).

Le programme *Vision 2020* propose en outre une feuille de route pour améliorer la gouvernance, accélérer l'intégration économique et monétaire et promouvoir les partenariats public-privé. Il approuve le projet d'harmonisation des lois sur l'investissement en Afrique de l'Ouest et suggère de poursuivre « avec détermination » la création d'une agence régionale de promotion de l'investissement. Les pays sont invités à encourager les petites et moyennes entreprises (PME) viables et efficaces et à exposer l'agriculture traditionnelle aux technologies modernes, à l'entrepreneuriat et à l'innovation afin d'améliorer la productivité.

Le secteur de l'agriculture souffre d'un sous-investissement chronique en Afrique de l'Ouest. À ce jour, seuls le Burkina Faso, le Mali, le Niger et le Sénégal sont parvenus à porter la part des dépenses publiques allouées à l'agriculture à 10 % de leur PIB, conformément à l'objectif fixé par la *Déclaration de Maputo* (2003). La Gambie, le Ghana et le Togo sont en passe d'atteindre cet objectif. Le Nigéria consacre 6 % de son PIB à l'agriculture, et ce pourcentage est inférieur à 5 % dans les autres pays de l'Afrique de l'Ouest (voir tableau 19.2).

De même, les secteurs de l'eau, de l'assainissement et de l'électricité sont également sous-développés et pourraient donner lieu à des partenariats public-privé. La situation est particulièrement pressante au Bénin, au Ghana, en Guinée et au Niger, où moins de 10 % de la population dispose d'installations sanitaires améliorées. Bien que l'accès à de l'eau salubre soit généralement meilleur que l'accès à l'assainissement, plus de la moitié des citoyens ne disposent toujours pas des services de base dans certains pays. L'accès à l'électricité est extrêmement variable : de 13 % au Burkina Faso à 72 % au Ghana (voir tableau 19.1).

L'utilisation d'Internet se développe extrêmement lentement en Afrique de l'Ouest, contrairement aux abonnements de téléphonie mobile. En 2013, le taux de pénétration d'Internet était au maximum de 5 % au Bénin, au Burkina Faso, en Côte d'Ivoire, en Guinée-Bissau, au Libéria, au Mali, au Niger, en Sierra Leone et au Togo. Seuls Cabo Verde et le Nigéria étaient en mesure d'assurer une connexion Internet à un citoyen sur trois (voir tableau 19.1).

Un cadre de coordination des politiques de STI de la région

Pourquoi le secteur de la recherche a-t-il eu si peu d'impact sur les progrès technologiques en Afrique de l'Ouest ? Outre les facteurs évidents tels que le sous-investissement, cette situation s'explique par l'engagement politique relativement faible des différents pays en faveur de la STI. Il n'y a pas suffisamment :

- De stratégies ou de politiques nationales de recherche et d'innovation définissant clairement des objectifs mesurables ainsi que le rôle de chaque partie prenante ;
- D'implication des entreprises privées dans le processus de définition des besoins, des priorités et des programmes nationaux en matière de recherche ;
- D'institutions consacrées à l'innovation capables de faire le lien entre la recherche et le développement (R&D).

Le faible impact des sciences et technologies (S&T) en Afrique de l'Ouest tient également aux différences entre les systèmes éducatifs, au manque de convergence entre les différents programmes de recherche et au faible niveau d'échanges et de collaboration entre les universités et les institutions de recherche. Les centres d'excellence mentionnés ci-dessus devraient contribuer à encourager la collaboration et la diffusion des résultats de recherche, ainsi qu'une meilleure convergence entre les programmes de recherche. Dans le domaine de l'éducation, le système de diplômes en trois cycles (licence, master, doctorat) s'est maintenant généralisé dans la plupart des pays de l'Afrique de l'Ouest. Dans les pays de l'UEMOA, cette nouvelle organisation a été possible essentiellement grâce au soutien à l'enseignement supérieur, aux sciences et à la technologie, apporté par le Projet d'appui à l'enseignement supérieur (PAES) financé par la Banque africaine de développement. Entre 2008 et 2014, l'UEMOA a investi 36 millions de dollars des États-Unis dans cette réforme.

La *Politique en matière de science et de technologie de la CEDEAO* (ECOPOST) constitue la suite logique de cette démarche. Adoptée en 2011, elle fait partie intégrante de *Vision 2020* et fournit un cadre aux États membres qui souhaitent améliorer (ou élaborer pour la première fois) leurs propres politiques et plans d'action nationaux en matière de STI. ECOPOST comprend un mécanisme de suivi et d'évaluation de la mise en œuvre des politiques, un aspect important mais souvent négligé. Elle aborde également la question du financement, en proposant la création d'un fonds de solidarité géré par un directoire relevant de la CEDEAO afin d'aider les pays à investir dans des institutions clés et à améliorer l'éducation et la formation ; ce fonds servirait également à attirer les investissements directs étrangers (IDE). Début 2015, ce fonds n'avait pas encore vu le jour.

La politique régionale préconise le développement d'une culture scientifique dans tous les secteurs de la société,

4. Voir le Programme communautaire de développement de la CEDEAO : http://www.cdp-pcd.ecowas.int/?lang=fr.

Encadré 18.2 : **Une Communauté économique africaine d'ici 2028**

Le Traité d'Abuja (1991) a fixé un calendrier pour la création d'une Communauté économique africaine d'ici 2028. La première étape consistait à créer des communautés économiques régionales dans les régions d'Afrique où il n'en existait pas encore. L'objectif suivant est de créer une zone de libre-échange et une union douanière dans chaque communauté économique régionale d'ici 2017, puis sur l'ensemble du continent d'ici 2019. Un marché commun africain à l'échelle du continent devrait être opérationnel en 2023. La dernière phase consistera à mettre en place une union économique et monétaire et un parlement à l'échelle du continent d'ici 2028, avec une monnaie unique gérée par la Banque centrale africaine.

Les six piliers régionaux de la future Communauté économique africaine sont les communautés régionales suivantes :

- La Communauté économique des États de l'Afrique de l'Ouest (CEDEAO) : 15 États, environ 300 millions d'habitants ;
- La Communauté économique des États de l'Afrique centrale (CEEAC) : 11 États, environ 121 millions d'habitants ;
- La Communauté de développement d'Afrique australe (SADC) : 15 États, environ 233 millions d'habitants ;
- La Communauté d'Afrique de l'Est (CAE) : 5 États, environ 125 millions d'habitants ;
- Le Marché commun de l'Afrique orientale et australe (COMESA) : 20 États, environ 406 millions d'habitants ;
- L'Autorité intergouvernementale pour le développement (IGAD) : 8 États, environ 188 millions d'habitants.

Ces structures se chevauchent parfois, certains pays appartenant à plusieurs communautés économiques (voir l'annexe 1, qui recense les membres de ces blocs régionaux). Le Kenya, par exemple, est membre de la CAE, du COMESA et de l'IGAD. Il existe également des blocs régionaux de moindre importance, par exemple l'Union économique et monétaire ouest-africaine, qui regroupe le Bénin, le Burkina Faso, la Côte d'Ivoire, la Guinée-Bissau, le Mali, le Niger, le Sénégal et le Togo.

La CEDEAO a mis en circulation un passeport commun afin de faciliter les déplacements, et les Ministres des finances ont convenu en 2013 de la mise en place d'un tarif extérieur commun en 2015 afin de décourager les écarts de prix trop importants et la contrebande dans la région.

En 2000, neuf membres du COMESA ont créé une zone de libre-échange : Djibouti, l'Égypte, le Kenya, Madagascar, le Malawi, Maurice, le Soudan, la Zambie et le Zimbabwe. Ces pays ont ensuite été rejoints par le Burundi et le Rwanda (2004), les Comores et la Libye (2006) et par les Seychelles en 2009. En 2008, le COMESA a accepté d'élargir sa zone de libre-échange aux membres de la CAE et de la SADC. L'Accord de libre-échange tripartite COMESA-CAE-SADC a été signé le 10 juin 2015 à Charm el-Cheikh (Égypte).

Le 1er juillet 2010, les cinq membres de la CAE (le Burundi, le Kenya, l'Ouganda, le Rwanda et la Tanzanie) ont créé un marché commun. En 2014, le Kenya, l'Ouganda et le Rwanda ont décidé d'adopter un visa touristique unique. Le Kenya, l'Ouganda et la Tanzanie ont également lancé un système de paiement est-africain. La région investit par ailleurs dans un réseau ferré respectant l'encadrement standard, mais également dans des routes et des infrastructures énergétiques et portuaires afin de renforcer les liens avec Mombasa et Dar es-Salaam. Les échanges au sein de la CAE ont augmenté de 22 % entre 2011 et 2012. Le 30 novembre 2013, les États membres de la CAE ont signé un Protocole d'union monétaire destiné à établir une monnaie commune dans un délai de 10 ans.

En attendant la création d'une monnaie unique africaine, 14 pays utilisent actuellement le franc CFA d'Afrique de l'Ouest et le franc CFA d'Afrique centrale (en place depuis 1945), qui sont indexés sur l'euro, lui-même géré par la Banque centrale européenne. Le fait que le CFA soit indexé sur une monnaie forte favorise les importations au détriment des exportations. Cinq pays utilisent actuellement le rand sud-africain : l'Afrique du Sud, le Lesotho, la Namibie, le Swaziland et le Zimbabwe.

Source : BAD *et al.* (2014) ; autres informations compilées par les auteurs

notamment grâce à la vulgarisation scientifique, à la diffusion des résultats de recherche dans les revues locales et internationales, à la commercialisation des résultats de la recherche, à une intensification des transferts de technologie, à la protection de la propriété intellectuelle, au renforcement des relations entre les universités et l'industrie et à la consolidation des savoirs traditionnels.

ECOPOST encourage notamment les pays à :

- Augmenter leurs dépenses intérieures brutes de R&D (DIRD) pour atteindre 1 % du PIB, conformément à une recommandation formulée il y a dix ans par l'Union africaine (la moyenne étant actuellement de 0,3 % en Afrique de l'Ouest) ;
- Définir leurs propres priorités de recherche afin que les chercheurs travaillent sur des sujets d'intérêt national plutôt que sur des sujets proposés par les donateurs ;
- Créer un fonds national de S&T qui attribuerait des financements aux projets de recherche par voie de concours ;
- Mettre en place des prix scientifiques et des prix de l'innovation ;
- Définir un statut régional harmonisé pour les chercheurs ;

- Créer un fonds national pour les innovateurs locaux, qui les aiderait également à protéger leurs droits de propriété intellectuelle ;
- Adapter les cursus universitaires aux besoins industriels locaux ;
- Mettre en place de petites unités de recherche et de formation dans les domaines industriels clés, notamment le laser, la fibre optique, les biotechnologies, les matériaux composites et les produits pharmaceutiques ;
- Équiper les laboratoires de recherche, notamment en technologies de l'information et de la communication (TIC) ;
- Mettre en place des parcs scientifiques et technologiques et des incubateurs d'entreprises ;
- Faciliter la création d'entreprises spécialisées dans l'électronique au niveau national et renforcer l'utilisation de satellites et d'appareils de télédétection pour les télécommunications, la surveillance de l'environnement, la climatologie, la météorologie, etc. ;
- Renforcer les capacités nationales en matière de fabrication de matériel informatique et de conception de logiciels ;
- Faciliter le développement d'infrastructures informatiques modernes afin de favoriser l'enseignement, la formation et la recherche ;
- Inciter le secteur privé à financer la recherche et la technologie grâce notamment à des mesures d'incitation fiscale ;
- Créer des réseaux entre les universités, les institutions de recherche et l'industrie afin de favoriser la collaboration ;
- Encourager les sources d'énergie propres et durables et l'exploitation de matériaux de construction locaux ;
- Mettre en place des bases de données nationales et régionales sur les activités de R&D.

Les pays sont également encouragés à collaborer avec la Commission de la CEDEAO en vue d'améliorer la collecte de données. Sur les 13 pays ayant participé à la première phase[5] de l'Initiative africaine sur les indicateurs de la science, de la technologie et de l'innovation (ASTII), seuls 4 pays de la CEDEAO ont contribué à la première collecte de données de R&D de l'initiative en vue d'une publication dans le rapport *Perspectives de l'innovation Africaine* (2011) : le Ghana, le Mali, le Nigéria et le Sénégal (NPCA, 2011).

La CEDEAO était à peine mieux représentée dans la deuxième édition des *Perspectives de l'innovation Africaine*, avec seulement 6 pays ayant communiqué leurs données de R&D sur un total de 19 pays pour l'ensemble du continent : le Burkina Faso, Cabo Verde, le Ghana, le Mali, le Sénégal et le Togo (NPCA, 2014). Le Nigéria était cette fois totalement absent du rapport, et seuls le Ghana et le Sénégal ont fourni des données complètes pour chacun des quatre secteurs d'exécution : ces deux pays sont donc les seuls à apparaître dans la figure 18.5.

En 2013 et 2014, la CEDEAO a organisé des ateliers de formation infrarégionaux afin d'expliquer aux pays les différents indicateurs de STI et de renforcer leurs capacités dans la rédaction des projets de recherche.

La CEDEAO a récemment pris d'autres mesures afin de remédier au manque d'impact technologique du secteur de la recherche :

- En 2012, les ministères en charge de la recherche ont adopté la *Politique de recherche de la CEDEAO* (ECORP) lors d'une rencontre à Cotonou ;
- En 2011, la CEDEAO a créé l'Institut de l'Afrique de l'Ouest dans le cadre d'un partenariat public-privé (encadré 18.3).

5. L'initiative ASTII a été lancée en 2007 par le Nouveau Partenariat de l'Union africaine pour le développement de l'Afrique (NEPAD) afin d'améliorer la collecte et l'analyse des données de R&D.

Encadré 18.3 : **L'Institut de l'Afrique de l'Ouest**

L'Institut de l'Afrique de l'Ouest a été créé en 2010 à Praia (Cabo Verde) afin de servir de trait d'union entre la politique et la recherche dans le processus d'intégration régionale. Il mène des travaux de recherche en tant que prestataire de services pour les institutions publiques régionales et nationales, le secteur privé, la société civile et les médias. Ce groupe de réflexion organise également des dialogues politiques et scientifiques entre les décideurs, les institutions régionales et les membres de la société civile.

Son travail porte sur 10 thèmes de recherche : les fondements historiques et culturels de l'intégration régionale, la citoyenneté, la gouvernance, la sécurité régionale, les difficultés économiques d'une intégration des marchés en Afrique de l'Ouest, les nouvelles TIC, l'éducation, la question des ressources partagées (terres, eau, minerais, sécurité côtière et maritime), le financement des ONG en Afrique de l'Ouest, et les migrations.

L'idée d'une telle structure est née à la suite de 15 ateliers de recherche sur le thème de l'intégration régionale, organisés dans les États membres de la CEDEAO par le Programme pour la gestion des transformations sociales de l'UNESCO.

En 2008, le Sommet des chefs d'État et de gouvernement de la CEDEAO qui s'est tenu à Ouagadougou (Burkina Faso) a adopté cette idée à l'unanimité.

En 2009, la Conférence générale de l'UNESCO a octroyé à l'Institut de l'Afrique de l'Ouest le statut d'Institut de catégorie 2, ce qui signifie qu'il fonctionne sous l'égide de l'UNESCO. Un an plus tard, le gouvernement de Cabo Verde a adopté une loi relative à la création de l'institut dans la capitale.

Cet institut est le fruit d'un partenariat public-privé entre la banque panafricaine Ecobank, la CEDEAO, le gouvernement de Cabo Verde, l'UEMOA et l'UNESCO.

Source : westafricainstitute.org.

TENDANCES EN MATIÈRE D'ÉDUCATION

Généralisation de l'éducation primaire : des efforts fructueux

Pour l'Afrique de l'Ouest, l'un des enjeux les plus délicats sera d'éduquer et de former les jeunes et de constituer une main-d'œuvre hautement qualifiée, en particulier dans le domaine des sciences et de l'ingénierie. L'analphabétisme reste un obstacle majeur au développement de l'éducation scientifique : seuls deux tiers (62,7 %) des jeunes âgés de 15 à 24 ans savent lire et écrire, à l'exception notable de Cabo Verde (98,1 %). Au Niger, seule une personne sur quatre sait lire et écrire (23,5 %).

Les efforts considérables déployés au niveau de l'éducation primaire portent aujourd'hui leurs fruits, puisque le taux de scolarisation moyen est passé de 87,6 % à 92,9 % entre 2004 et 2012 (tableau 18.3). Selon le *Rapport annuel de la CEDEAO* (2012), ce taux a même augmenté de 20 % depuis 2004 dans quatre pays : le Bénin, le Burkina Faso, la Côte d'Ivoire et le Niger.

Toutefois, dans la plupart des pays de l'Afrique de l'Ouest, un enfant sur trois, voire plus d'un sur deux au Burkina Faso et au Niger, n'achève pas le cycle primaire. On estime que les pays de la CEDEAO comptaient 17 millions d'enfants non scolarisés en 2012. Si cela représente une amélioration de 3 % par rapport à la décennie précédente, c'est un progrès modeste comparé à l'ensemble de l'Afrique subsaharienne, où le taux d'abandon scolaire a diminué de 13 %. Cabo Verde et le Ghana font figure d'exceptions, puisque tous deux enregistrent en effet un taux d'achèvement des études primaires de plus de 90 %. Le Ghana a atteint un taux de scolarisation de quasiment 100 % à l'école primaire, en grande partie grâce au programme de gratuité des repas scolaires mis en place par le gouvernement. Au sein de la CEDEAO, cinq pays sur six disposaient d'une plus grande proportion d'enseignants qualifiés dans le primaire en 2012 qu'en 2004, avec des améliorations particulièrement notables au Sénégal (+ 15 %) et à Cabo Verde (+ 13 %).

Tableau 18.3 : **Taux brut de scolarisation dans les pays de la CEDEAO, 2009 et 2012 (%)**

En pourcentage de la population à tous les niveaux d'éducation

	Primaire (%)		Secondaire (%)		Tertiaire (%)	
	2009	2012	2009	2012	2009	2012
Bénin	114,87	122,77	–	54,16+1	9,87	12,37-1
Burkina Faso	77,68	84,96	20,30	25,92	3,53	4,56
Cabo Verde	111,06	111,95	85,27	92,74	15,11	20,61
Côte d'Ivoire	79,57	94,22	–	39,08+1	9,03	4,46
Gambie	85,15+1	85,21	58,84	–	–	–
Ghana	105,53	109,92	58,29	58,19	8,79	12,20
Guinée	84,60	90,83	34,29-1	38,13	9,04	9,93
Guinée-Bissau	116,22+1	–	–	–	–	–
Libéria	99,64	102,38-1	–	45,16-1	9,30+1	11,64
Mali	89,25	88,48	39,61	44,95+1	6,30	7,47
Niger	60,94	71,13	12,12	15,92	1,45	1,75
Nigéria	85,04*	–	38,90*	–	–	–
Sénégal	84,56	83,79	36,41+1	41,00-1	8,04	–
Togo	128,23	132,80	43,99-1	54,94-1	9,12+1	10,31

* Estimation de l'Institut de statistique de l'UNESCO.

+n/-n = les données correspondent à un nombre n d'années avant ou après l'année de référence.

Source : Institut de statistique de l'UNESCO, mai 2015.

Le défi sera désormais d'augmenter le taux de scolarisation dans le secondaire, qui n'était que de 45,7 % en 2011, mais avec des différences marquées entre les pays : seul un enfant sur quatre fréquente l'école secondaire au Niger et au Burkina Faso, contre 92,7 % à Cabo Verde en 2012.

Pour encourager l'éducation des filles, le Centre de la CEDEAO pour le développement du genre a été créé à Dakar en 2003. La CEDEAO propose également des bourses d'études pour les jeunes filles issues de familles défavorisées afin de leur permettre de suivre une formation technique ou professionnelle. Le *Rapport annuel de la CEDEAO* pour 2012 indique que le nombre de filles ayant reçu une bourse d'études dans chaque pays a doublé, passant de 5 à 10 en 2012, voire davantage dans certains pays.

Un nombre croissant d'étudiants, mais des universités toujours aussi élitistes

En moyenne, le taux brut de scolarisation dans l'enseignement supérieur en Afrique de l'Ouest était de 9,2 % en 2012. Certains pays affichent des progrès impressionnants, notamment Cabo Verde (20,6 % en 2012 contre 15,1 % en 2009). Dans d'autres, l'enseignement supérieur reste hors de portée : au Niger et au Burkina Faso, les chiffres n'ont pas augmenté (respectivement 1,7 % et 4,6 % des jeunes sortis de l'école).

Les inscriptions dans les universités sont en hausse, mais ce phénomène doit être resitué dans un contexte de forte croissance démographique[6]. La Côte d'Ivoire fait figure d'exception, avec une chute du nombre d'étudiants due à la violence et à l'instabilité politique ayant succédé à l'élection contestée de 2010, qui a suscité la fermeture des universités et finalement chassé le Président Gbagbo du pouvoir.

Compte tenu du caractère fragmentaire des données, il est difficile de tirer des conclusions pour l'ensemble de l'Afrique de l'Ouest. Les données disponibles révèlent néanmoins des tendances intéressantes. Le nombre d'étudiants a par exemple explosé ces dernières années au Burkina Faso et au Ghana (tableau 18.4). Le Burkina Faso affiche en outre une proportion de doctorants particulièrement élevée par rapport aux autres pays de la sous-région, avec 1 diplômé sur 20 inscrit à un programme de doctorat. Le nombre de doctorats en sciences de l'ingénieur reste peu élevé : 58 au Burkina Faso et 57 au Ghana en 2012, contre 36 au Mali et un seul au Niger en 2011. Notons que seul le Ghana dispose d'une masse critique de doctorants

6. La population augmente actuellement de plus de 3 % par an dans les pays du Sahel (Mali et Niger) et de plus de 2,3 % dans tous les autres pays à l'exception de la Sierra Leone (1,8 %) et de Cabo Verde (0,95 %). Voir le tableau 19.1.

Tableau 18.4 : **Inscription dans l'enseignement supérieur en Afrique de l'Ouest, 2007 et 2012 (ou année disponible la plus proche)**

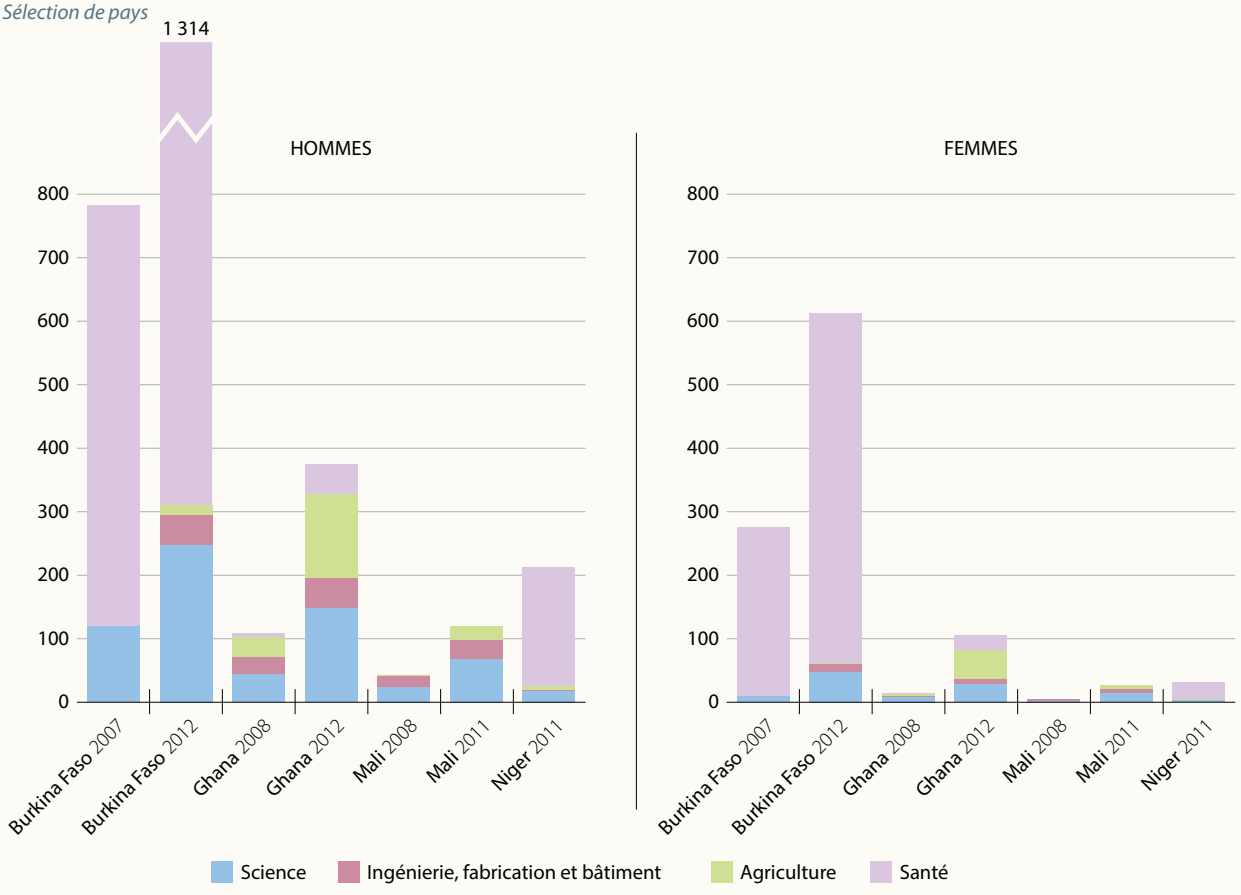
Par niveau et domaine d'études, sélection de pays

	Total			Sciences			Ingénierie, industrie manufacturière et bâtiment			Agriculture			Santé		
	Post-secondaire	1er et 2e degrés	Doctorat	Post-secondaire	1er et 2e degrés	Doctorat	Post-secondaire	1er et 2e degrés	Doctorat	Post-secondaire	1er et 2e degrés	Doctorat	Post-secondaire	1er et 2e degrés	Doctorat
Burkina Faso, 2007	7 964	24 259	1 236	735	3 693	128	284	–	0	100	219	2	203	1 892	928
Burkina Faso, 2012	16 801	49 688	2 405	1 307	8 730	296	2 119	303	58	50	67	17	0	2 147	1 554
Côte d'Ivoire, 2012	57 541	23 008	269	12 946			7 817			1 039			1 724		
Ghana, 2008	64 993	124 999	281	6 534	18 356	52	7 290	9 091	29	263	6 794	32	946	4 744	6
Ghana, 2012	89 734	204 743	867	3 281	24 072	176	8 306	14 183	57	1 001	7 424	132	3 830	10 144	69
Mali, 2009	10 937	65 603	127	88	6 512	69	0	950	9	602	408	2	1 214	5 202	4
Mali, 2011	10 541	76 769	343	25	1 458	82	137	1 550	36	662	0	23	2 024	3 956	0
Niger, 2009	3 252	12 429	311	258	1 327	30	–	–	–	–	315	4	871	1 814	–
Niger, 2011	3 365	14 678	285	139	1 825	21	240	56	1	0	479	6	1 330	2 072	213

Source : Institut de statistique de l'UNESCO, janvier 2015.

Figure 18.3 : **Doctorants d'Afrique de l'Ouest inscrits dans des domaines scientifiques et technologiques par sexe, 2007 et 2012 ou année la plus proche**

Sélection de pays



Source : Institut de statistique de l'UNESCO, janvier 2015.

dans le domaine de l'agriculture (132 en 2012), une situation qui ne présage rien de bon pour le développement agricole de la sous-région. De même, le Burkina Faso forme bien plus de doctorants dans le domaine de la santé que ses voisins. Ce sont généralement les sciences de la santé qui attirent le plus les femmes : celles-ci représentent un tiers des doctorants au Burkina Faso et au Ghana, mais seulement un cinquième dans les sciences et l'ingénierie (figure 18.3).

TENDANCES EN MATIÈRE DE R&D

La plupart des pays encore loin de l'objectif de 1 %

Les pays de la CEDEAO ont encore beaucoup de chemin à parcourir pour atteindre l'objectif, fixé par l'Union africaine, de consacrer 1 % de leur PIB aux DIRD. C'est le Mali qui s'en rapproche le plus (0,66 %), suivi du Sénégal (figure 18.4). Du fait de la forte croissance économique qu'a connue la sous-région ces dernières années, il est évidemment plus difficile d'améliorer le ratio DIRD/PIB, puisque le PIB ne cesse d'augmenter. Bien que l'État constitue généralement la principale source des DIRD, les financements étrangers représentent une part importante au Ghana (31 %), au Sénégal (41 %) et au Burkina Faso (60 %). En Gambie, près de la moitié des DIRD sont financées par des sources privées à but non lucratif (voir tableau 19.5).

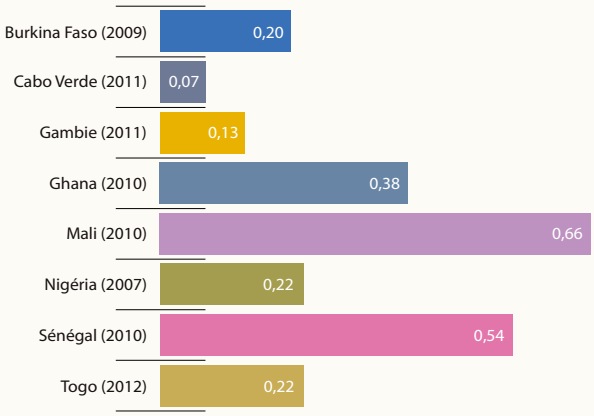
En règle générale, les DIRD sont majoritairement consacrées soit au secteur de l'administration publique, soit à celui de l'enseignement supérieur, selon les pays, bien que le Ghana et le Sénégal soient les seuls à avoir fourni des données pour l'ensemble des quatre secteurs d'exécution. Ces données révèlent que le secteur des entreprises commerciales représente dans ces deux pays une part négligeable des DIRD (figure 18.5). Cette situation devra évoluer si la région veut augmenter son investissement dans la R&D.

Un manque de chercheurs en général, et de femmes en particulier

Il serait hasardeux de formuler des conclusions pour l'ensemble de la sous-région alors que nous ne disposons de données

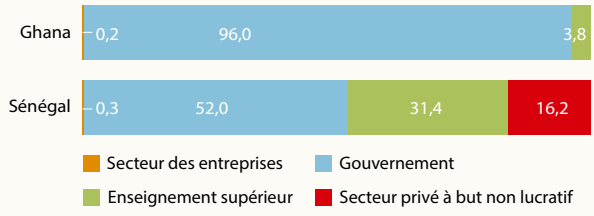
Figure 18.4 : **Ratio DIRD/PIB en Afrique de l'Ouest, 2011 ou année la plus proche (%)**

Sélection de pays



Source : Institut de statistique de l'UNESCO, janvier 2015.

Figure 18.5 : **DIRD au Ghana et au Sénégal par secteur d'exécution, 2010**



Remarque : Les données complètes pour chaque secteur ne sont pas disponibles pour les autres pays de l'Afrique de l'Ouest.

Source : Institut de statistique de l'UNESCO, janvier 2015.

Tableau 18.5 : **Chercheurs (ETP) en Afrique de l'Ouest, 2012 ou année la plus proche**

	Total			Par secteur d'emploi (% du total)			Par domaine scientifique et par proportion de femmes											
	Nombre	Par million d'habitants	Femmes (%)	Secteur commercial (%)	Administration publique (%)	Enseignement supérieur (%)	Sciences naturelles	Femmes (%)	Sciences de l'ingénieur	Femmes (%)	Sc. médicales et sc. de la santé	Femmes (%)	Sciences agricoles	Femmes (%)	Sciences sociales	Femmes (%)	Sciences humaines	Femmes (%)
Burkina Faso, 2010	742	48	21,6	–	–	–	98	12,2	121	12,8	344	27,4	64	13,7	26	15,5	49	30,4
Cabo Verde, 2011	25	51	36,0	0,0	100,0	0,0	5	60,0	8	12,5	0,0	–	0,0	–	6	50,0	6	33,3
Ghana, 2010	941	39	17,3	1,0	38,3	59,9	164	17,5	120	7,7	135	19,3	183	14,1	197	18,6	118	26,8
Mali, 2010	443	32	14,1	49,0	34,0	16,9	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Nigéria, 2007	5 677	39	23,4	0,0	19,6	80,4	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Sénégal, 2010	4 679	361	24,8	0,1	4,1	95,0	841	16,9	99	14,1	898	31,7	110	27,9	2 326	27,2	296	17,1
Togo, 2012	242	36	9,4	–	22,1	77,9	32	7,1	13	7,8	40	8,3	63	3,8	5	14,1	88	14,1

Remarque : La somme des chiffres ventilés par domaine scientifique ne correspond pas forcément au total en raison des domaines non classés ailleurs.

Source : Institut de statistique de l'UNESCO, janvier 2015.

récentes que pour sept pays, mais les données disponibles semblent bel et bien indiquer un manque de personnel qualifié. Seul le Sénégal sort du lot, avec 361 chercheurs en équivalent temps plein (ETP) par million d'habitants en 2010 (tableau 18.5). Malgré des politiques encourageant l'égalité des sexes, la participation des femmes à la R&D reste faible. C'est à Cabo Verde, au Nigéria et au Sénégal qu'elles sont le plus nombreuses : environ un quart des chercheurs, voire un tiers à Cabo Verde. Concernant le secteur de l'emploi, la surprise vient du Mali, où la moitié (49 %) des chercheurs travaillait dans le secteur des entreprises commerciales en 2010 (tableau 18.5).

Un taux de publication modeste et une faible collaboration intrarégionale

Sur le plan des publications scientifiques, l'Afrique de l'Ouest n'a pas autant progressé que le reste du continent depuis 2005 (figure 18.6). La production demeure faible, seuls la Gambie et Cabo Verde publient plus de 30 articles par million d'habitants. Dans les années à venir, le pays à surveiller pourrait être le Ghana, où le nombre d'articles a presque triplé pour atteindre 579 entre 2005 et 2014.

Entre 2008 et 2014, les partenaires des auteurs de publications scientifiques de la CEDEAO venaient majoritairement des États-Unis, puis de la France et du Royaume-Uni. Du côté des partenaires africains, on trouve l'Afrique du Sud, suivie du Burkina Faso et du Sénégal. L'Afrique du Sud a conclu des accords bilatéraux avec le Ghana, le Mali et le Nigéria afin de renforcer la coopération scientifique et technologique (voir tableau 20.5).

Un rapport de l'Observatoire africain pour la science, la technologie et l'innovation sur la production scientifique dans l'Union africaine entre 2005 et 2010 indique que seuls 4,1 % des articles scientifiques publiés par des Africains ont été rédigés en collaboration avec des auteurs du même continent entre 2005 et 2007, et 4,3 % entre 2008 et 2010 (AOSTI, 2014).

À en juger par les articles publiés, les travaux de recherche des États membres de la CEDEAO portent essentiellement sur les sciences médicales et biologiques, même si le Nigéria a publié de son côté 1 250 articles de recherche sur l'agriculture entre 2008 et 2014. La recherche agricole, malgré son caractère prioritaire, est reléguée au second plan dans la plupart des pays de la CEDEAO, ce qui n'est guère surprenant compte tenu du petit nombre de doctorats en agriculture proposés par les universités de la plupart des pays de l'Afrique de l'Ouest et du faible niveau d'investissement généralement consacré à l'agriculture. La part des travaux de recherche en mathématiques, en astronomie et en informatique est négligeable, y compris dans les pays leaders de la sous-région que sont le Nigéria et le Ghana (figure 18.6).

Dans la grande majorité des pays de la CEDEAO, plus de 80 % des articles scientifiques répertoriés sur la plateforme Web of Science entre 2008 et 2014 avaient été rédigés avec des partenaires étrangers. À Cabo Verde, en Guinée-Bissau et au Libéria, c'était même le cas de la totalité des articles, même s'il faut reconnaître que ces trois pays affichent une production très faible. Deux pays font exception à la règle : en Côte d'Ivoire, les trois quarts des articles (73 %) publiés entre 2008 et 2014 mentionnaient des coauteurs étrangers, et au Nigéria, à peine plus d'un tiers (37 %). À titre de comparaison, la moyenne pour les membres de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) est de 29 % ; quant aux pays du G20, un peu moins de 25 % des articles qu'ils publient sont rédigés avec des partenaires étrangers, en moyenne. En Afrique subsaharienne, cette moyenne est de 63 %.

PROFILS DE PAYS

BÉNIN



Faire coïncider la R&D avec les besoins en matière de développement

Au Bénin, la mise en œuvre de la politique scientifique incombe au Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique. La Direction nationale de la recherche scientifique et technologique est chargée de l'organisation et de la coordination, tandis que le Conseil national de la recherche scientifique et technique et l'Académie nationale des sciences, arts et lettres jouent tous deux un rôle consultatif.

Le Fonds national de la recherche scientifique et de l'innovation technologique du Bénin apporte un soutien financier. L'Agence béninoise de valorisation des résultats de recherche et d'innovation technologique assure le transfert de technologies grâce à l'exploitation et à la diffusion des résultats de recherche.

Le cadre réglementaire a évolué depuis l'élaboration, en 2006, de la première politique scientifique du pays. Cette politique a depuis été révisée et complétée par de nouveaux textes sur la science et l'innovation (l'année d'adoption figure entre parenthèses) :

- Un manuel de suivi et d'évaluation des structures et organisations de recherche (2013) ;
- Un manuel portant sur les modalités de sélection des programmes et projets de recherche et la marche à suivre pour déposer une demande de subvention concurrentielle auprès du Fonds national de la recherche scientifique et de l'innovation technologique (2013) ;
- Un projet de loi sur le financement de la recherche scientifique et de l'innovation et un projet de code de déontologie pour la recherche scientifique et l'innovation, tous deux présentés à la Cour suprême en 2014 ;
- Un plan stratégique pour la recherche scientifique et l'innovation (en cours d'élaboration en 2015).

Soulignons également les efforts du Bénin pour intégrer la science dans les documents stratégiques existants :

- *Stratégies de développement du Bénin 2025 : Bénin 2025 Alafia* (2000) ;
- *Stratégie de croissance pour la réduction de la pauvreté 2011-2016* (2011) ;
- Phase 3 du *Plan décennal de développement du secteur de l'éducation*, couvrant la période 2013-2015 ;

- *Plan de développement de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique 2013-2017* (2014).

En matière de recherche scientifique, les domaines prioritaires sont la santé, l'éducation, le bâtiment et les matériaux de construction, les transports et le commerce, la culture, le tourisme et l'artisanat, le coton/textile, l'alimentation, l'énergie et le changement climatique.

Les principales structures de recherche sont le Centre béninois de la recherche scientifique et technique, l'Institut national des recherches agricoles du Bénin, l'Institut national de formation et de recherche en éducation, l'Office béninois de recherches géologiques et minières et le Centre de recherche entomologique de Cotonou. Il convient également de mentionner l'Université d'Abomey-Calavi, sélectionnée par la Banque mondiale comme centre d'excellence pour les mathématiques appliquées (tableau 18.1).

Les principales difficultés rencontrées par la R&D au Bénin sont les suivantes :

- Un schéma organisationnel désavantageux pour la R&D : faible gouvernance, manque de coopération entre les structures de recherche et absence de document officiel sur le statut des chercheurs ;
- L'utilisation inappropriée des ressources humaines et l'absence de politique incitative pour les chercheurs ;
- L'inadéquation entre la R&D et les besoins en matière de développement.

BURKINA FASO



Sciences et technologies : une nouvelle priorité de développement

Depuis 2011, le Burkina Faso a clairement fait des sciences et technologies une priorité en matière de développement. Le premier signe a été la création du Ministère de la recherche scientifique et de l'innovation en janvier 2011. Jusque-là, la gestion de la STI relevait du Département de l'enseignement secondaire et supérieur et de la recherche scientifique. Au sein de ce ministère, la Direction générale des études et des statistiques sectorielles est chargée de l'organisation. Un autre organisme, la Direction générale de la recherche scientifique et technologique et de l'innovation, coordonne la recherche. Le Burkina Faso se démarque en cela de nombreux autres pays de l'Afrique de l'Ouest, où ces deux fonctions sont assurées par un seul et même organisme.

En 2012, le Burkina Faso a adopté une *Politique nationale de la recherche scientifique et technique*, dont les objectifs stratégiques sont le développement de la R&D ainsi que l'application et la commercialisation des résultats de recherche. Cette politique prévoit également un renforcement des capacités stratégiques et opérationnelles du ministère.

L'une des principales priorités est d'améliorer la sécurité alimentaire et l'autosuffisance grâce à un renforcement des capacités dans le domaine des sciences agricoles et environnementales. La création d'un centre d'excellence à l'Institut international d'ingénierie de l'eau et de l'environnement (2iE) à Ouagadougou dans le cadre d'un projet de la Banque mondiale (tableau 18.1) assure un financement essentiel pour le renforcement des capacités dans ces domaines prioritaires. Le Burkina Faso abrite également le Réseau africain d'expertise en biosécurité (encadré 18.1).

L'autre grande priorité est de favoriser l'innovation, l'efficacité et l'accessibilité des systèmes de santé ; l'augmentation du nombre de doctorants en médecine et dans des domaines connexes semble donc aller dans le bon sens (figure 18.3). L'État souhaite en parallèle développer les sciences appliquées, la technologie et les sciences humaines et sociales. En complément de la politique de recherche nationale, le gouvernement a élaboré une *Stratégie nationale de valorisation des technologies, inventions et innovations* (2012) ainsi qu'une *Stratégie nationale d'innovation* (2014).

D'autres politiques intègrent également la question des sciences et de la technologie, notamment la *Politique des enseignements secondaire et supérieur et de la recherche scientifique* (2010), la *Politique nationale de sécurité alimentaire et nutritionnelle* (2014) et le Programme national du secteur rural (2011).

En 2013, le Burkina Faso a adopté la loi d'orientation de la recherche scientifique et de l'innovation, qui prévoit la mise en place de trois mécanismes destinés à financer la recherche et l'innovation, ce qui témoigne clairement d'un engagement de haut niveau. Ces mécanismes sont le Fonds national pour l'éducation et la recherche, le Fonds national de la recherche et de l'innovation pour le développement et le Forum de la recherche scientifique et des innovations technologiques[7]. La création de fonds nationaux pour la R&D correspond à l'une des recommandations d'ECOPOST.

Les autres grands acteurs sont le Centre national de la recherche scientifique et technologique, l'Institut de l'environnement et de recherches agricoles, l'Agence nationale de la biodiversité, la Commission nationale de gestion des ressources phytogénétiques et le Secrétariat technique à l'énergie atomique. Les transferts de technologies et la vulgarisation des résultats de recherche incombent à l'Agence nationale de valorisation des résultats de la recherche et au Centre national de la recherche scientifique et technologique.

Le Burkina Faso se heurte à plusieurs difficultés pour développer la R&D :

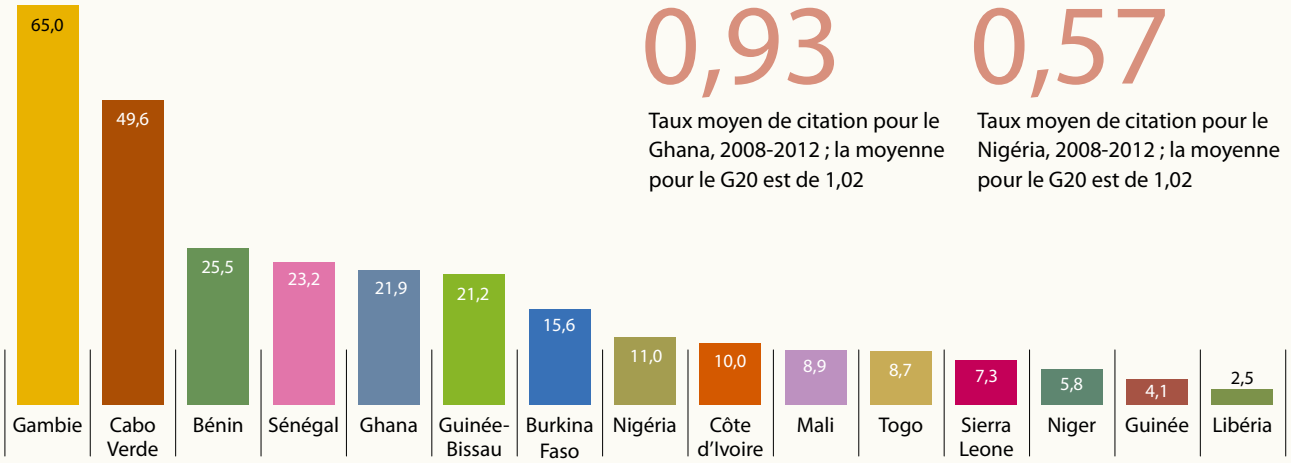
- Le petit nombre de chercheurs, qui n'était que de 48 par million d'habitants en 2010 ;
- Le manque de financement en faveur de la recherche ;
- La vétusté des établissements de recherche ;

7. Ces mécanismes sont financés grâce au budget national et à diverses subventions annuelles : 0,2 % des recettes fiscales, 1 % des revenus miniers et 1 % des revenus des licences d'exploitation des réseaux de téléphonie mobile. Les fonds nationaux perçoivent également des redevances sur les ventes des résultats de recherche et tirent parti de l'accord de licence concernant les inventions financées grâce aux deniers publics.

Figure 18.6 : **Tendances en matière de publications scientifiques en Afrique de l'Ouest, 2005-2014**

Ce sont les scientifiques de la Gambie et de Cabo Verde qui publient le plus dans des revues internationales

Par million d'habitants, 2014



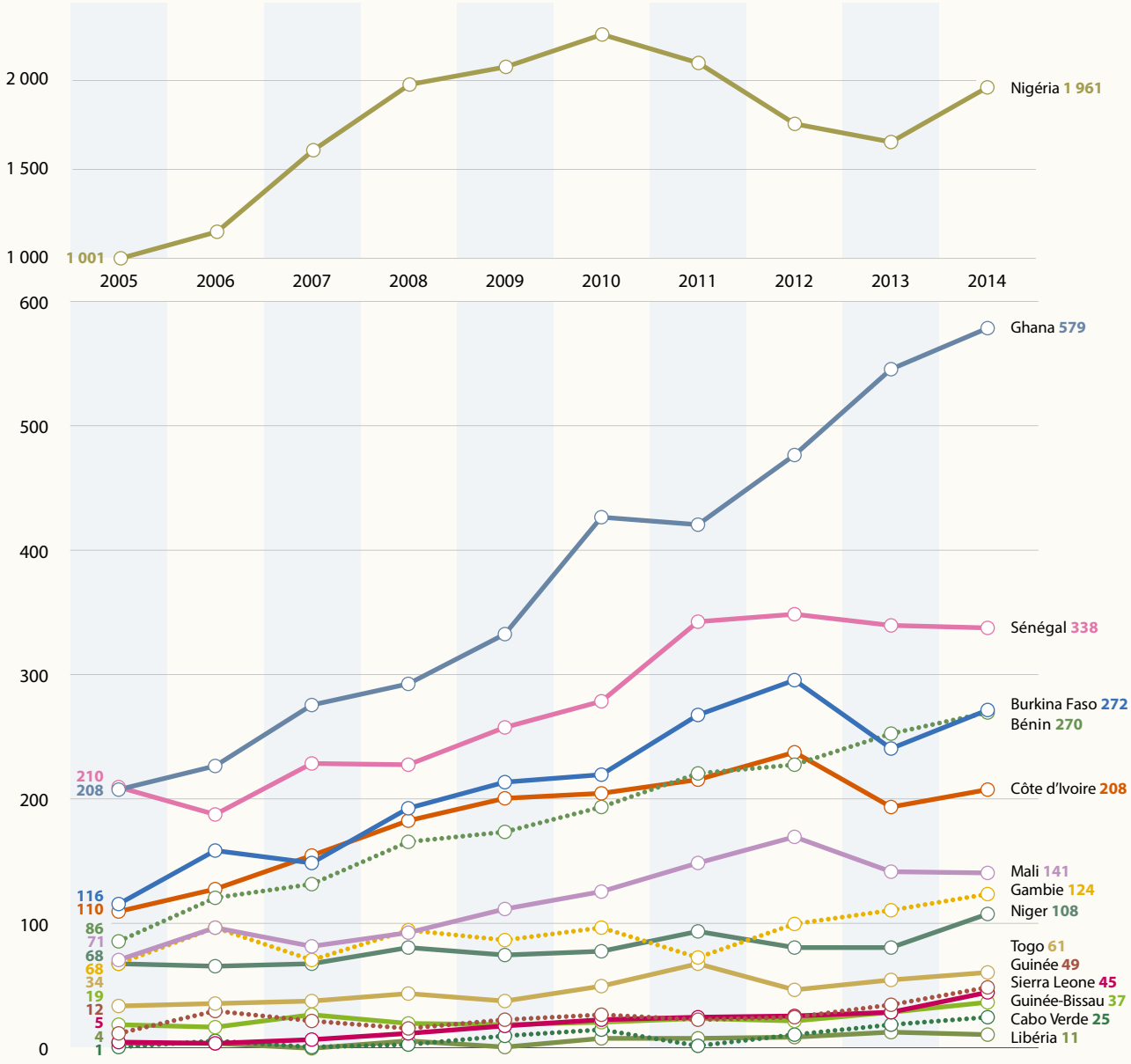
0,93

Taux moyen de citation pour le Ghana, 2008-2012 ; la moyenne pour le G20 est de 1,02

0,57

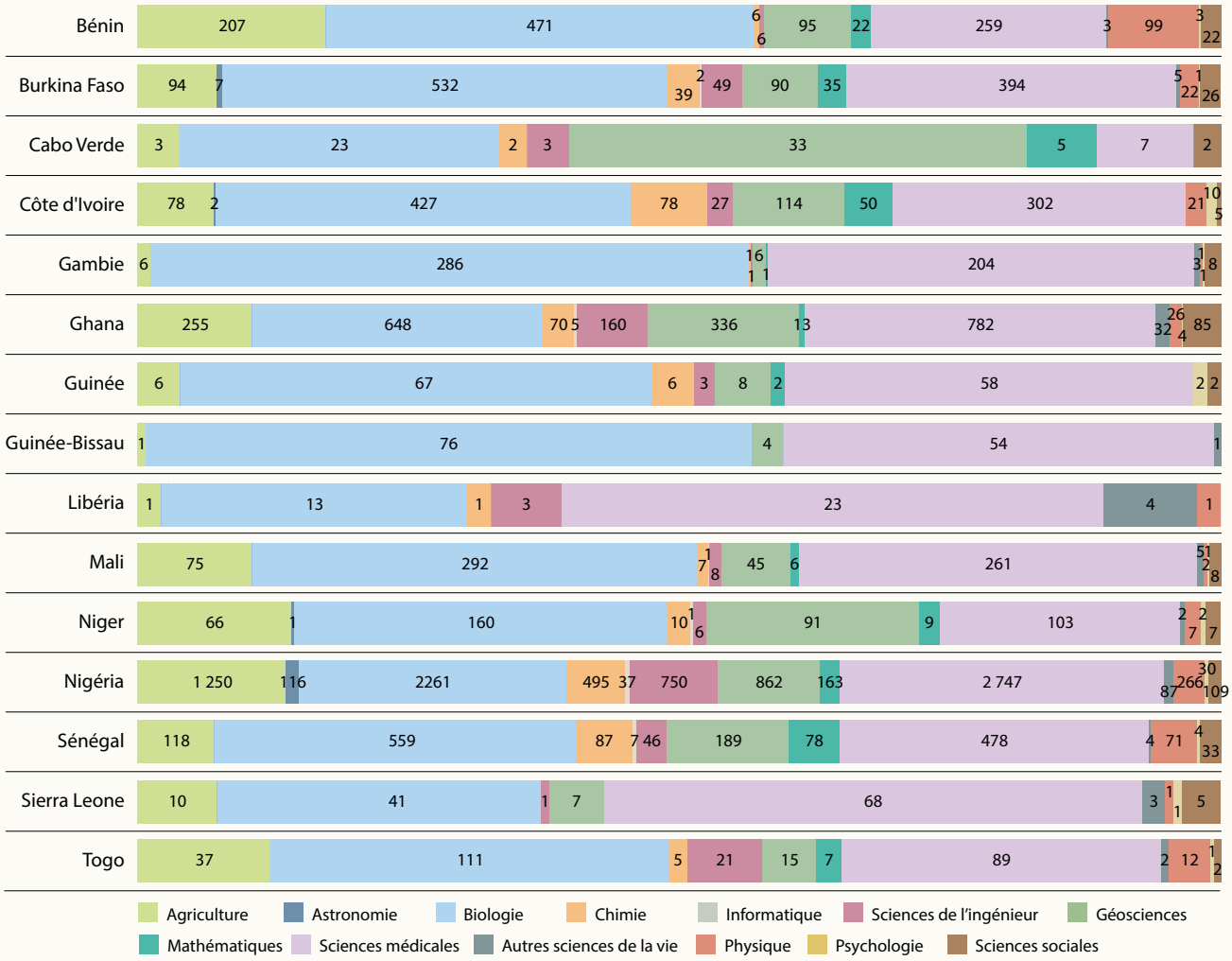
Taux moyen de citation pour le Nigéria, 2008-2012 ; la moyenne pour le G20 est de 1,02

Le Ghana est désormais deuxième en termes de volume de production, derrière le Nigéria



Les scientifiques d'Afrique de l'Ouest publient bien plus dans le domaine de la santé que dans celui de l'agriculture

Totaux cumulés par discipline, 2008-2014



Remarque : Les articles non indexés sont exclus des totaux.

Des partenaires scientifiques très divers, y compris en Afrique

Principaux partenaires étrangers, 2008-2014 (nombre d'articles)

	1er partenaire	2e partenaire	3e partenaire	4e partenaire	5e partenaire
Bénin	France (529)	Belgique (206)	États-Unis (155)	Royaume-Uni (133)	Pays-Bas (125)
Burkina Faso	France (676)	États-Unis (261)	Royaume-Uni (254)	Belgique (198)	Allemagne (156)
Cabo Verde	Portugal (42)	Espagne (23)	Royaume-Uni (15)	États-Unis (11)	Allemagne (8)
Côte d'Ivoire	France (610)	États-Unis (183)	Suisse (162)	Royaume-Uni (109)	Burkina Faso (93)
Gambie	Royaume-Uni (473)	États-Unis (216)	Belgique (92)	Pays-Bas (69)	Kenya (67)
Ghana	États-Unis (830)	Royaume-Uni (636)	Allemagne (291)	Afrique du Sud (260)	Pays-Bas (256)
Guinée	France (71)	Royaume-Uni (38)	États-Unis (31)	Chine (27)	Sénégal (26)
Guinée-Bissau	Danemark (112)	Suède (50)	Gambie/Royaume-Uni (40)	–	États-Unis (24)
Libéria	États-Unis (36)	Royaume-Uni (12)	France (11)	Ghana (6)	Canada (5)
Mali	États-Unis (358)	France (281)	Royaume-Uni (155)	Burkina Faso (120)	Sénégal (97)
Niger	France (238)	États-Unis (145)	Nigéria (82)	Royaume-Uni (77)	Sénégal (71)
Nigéria	États-Unis (1 309)	Afrique du Sud (953)	Royaume-Uni (914)	Allemagne (434)	Chine (329)
Sénégal	France (1 009)	États-Unis (403)	Royaume-Uni (186)	Burkina Faso (154)	Belgique (139)
Sierra Leone	États-Unis (87)	Royaume-Uni (41)	Nigéria (20)	Chine/Allemagne (16)	–
Togo	France (146)	Bénin (57)	États-Unis (50)	Burkina Faso (47)	Côte d'Ivoire (31)

Source : Plate-forme de recherche Web of Science de Thomson Reuters, Science Citation Index Expanded ; traitement des données par Science-Metrix, novembre 2014.

- La médiocrité de l'accès à l'information et à Internet : 4,4 % de la population en 2013 ;
- L'utilisation insuffisante des résultats de recherche ;
- La fuite des cerveaux.

Avant son décès en décembre 2013, Nelson Mandela, ardent défenseur de l'éducation, a donné son nom à deux universités ayant pour mission de former une nouvelle génération de chercheurs voués à l'Afrique : les institutions africaines des sciences et technologies, situées au Nigéria et en Tanzanie. Une troisième institution de ce type devrait voir le jour au Burkina Faso.

CABO VERDE



Un modèle en matière de droits civils et de développement

Cabo Verde reste un modèle en matière de droits politiques et de libertés civiles en Afrique, selon une étude du pays réalisée par la Banque africaine de développement en 2014. Grâce à ses performances économiques soutenues, ce territoire isolé et fragmenté, au climat sahélien sec et aux maigres ressources naturelles, a accédé à la catégorie de pays à revenu intermédiaire de la Banque mondiale en 2011. Afin de poursuivre cette dynamique, le gouvernement a élaboré son troisième *Document de stratégie de croissance et de réduction de la pauvreté* pour la période 2012-2016. L'élargissement de la couverture des services de santé et le développement du capital humain ont été désignés comme prioritaires, afin d'assurer une croissance inclusive en mettant l'accent sur la formation technique et professionnelle. Ces dernières années, Cabo Verde a investi plus de 5 % de son PIB dans l'éducation. Cette stratégie s'est avérée payante, puisque le pays affiche aujourd'hui le taux d'alphabétisation le plus élevé d'Afrique de l'Ouest (98 %), avec 93 % des jeunes inscrits à l'école secondaire et un sur cinq dans l'enseignement supérieur (tableau 18.3).

Des plans visant à renforcer la recherche

Les dépenses consacrées à la recherche, en revanche, restent parmi les plus faibles d'Afrique de l'Ouest : seulement 0,07 % du PIB en 2011. Le Ministère de l'enseignement supérieur, de la science et de l'innovation prévoit de renforcer les secteurs de la recherche et de l'enseignement supérieur en mettant l'accent sur une plus grande mobilité grâce à des programmes d'échanges et à des accords de coopération internationaux. Dans le cadre de cette stratégie, Cabo Verde participe au programme ibéro-américain de mobilité universitaire, qui entend mobiliser 200 000 universitaires entre 2015 et 2020.

Les TIC au cœur des plans de développement

En 2000, Cabo Verde Telecom a relié toutes les îles au réseau de fibre optique. En décembre 2010, l'entreprise a rejoint le projet de réseau câblé d'Afrique de l'Ouest[8] afin de fournir aux habitants un accès alternatif à l'Internet haut débit. Grâce à cette initiative, le taux de pénétration d'Internet a plus que doublé entre 2008 et 2013 pour toucher 37,5 % de la population. Les coûts restant élevés, l'État fournit des centres dans lesquels les citoyens peuvent surfer gratuitement sur Internet.

8. Voir www.fosigrid.org/africa/cape-verde.

Le gouvernement projette désormais de faire de Cabo Verde une « cyber-île » proposant différents services informatiques, du développement de logiciels à la maintenance informatique en passant par des services de back-office. L'approbation de la création du Technoparc Praia en 2013 va dans ce sens ; cette structure financée par la Banque africaine de développement devrait être opérationnelle d'ici 2018.

En 2009, l'État a lancé le projet Mundu Novu afin de moderniser l'éducation. Ce projet entend introduire la notion d'éducation interactive dans l'enseignement et généraliser l'apprentissage de l'informatique dans les programmes scolaires aux différents niveaux. Environ 150 000 ordinateurs sont actuellement distribués[9] dans les écoles publiques. Début 2015, le projet éducatif Mundu Novu avait équipé 18 écoles et centres d'apprentissage d'un accès Internet, installé le réseau d'antennes WiMax dans tout le pays, réalisé des kits d'apprentissage sur les TIC pour 433 salles de classe dans 29 écoles pilotes (soit 94 % des salles de classe), permis aux étudiants des universités d'accéder à des bibliothèques numériques, et mis en place des cours sur les technologies de l'information ainsi qu'un système intégré de gestion et de suivi pour les étudiants universitaires.

CÔTE D'IVOIRE



Un plan visant à consolider la paix et à encourager une croissance inclusive

La crise politique ayant maintenant pris fin, le gouvernement entrant du Président Alassane Ouattara s'est engagé à restituer au pays son ancien rôle de chef de file de l'Afrique subsaharienne. Le *Plan national de développement 2012-2015* affiche deux grands objectifs : parvenir à une croissance à deux chiffres d'ici 2014 et faire accéder la Côte d'Ivoire au statut de pays à revenu intermédiaire de la tranche supérieure d'ici 2020. Un deuxième plan national de développement est en cours d'élaboration pour la période 2016-2020.

Le budget du *Plan national de développement* se répartit entre cinq domaines stratégiques : intensifier la création de richesses et l'équité sociale (63,8 %, voir figure 18.7), assurer des services sociaux de qualité pour les populations vulnérables, en particulier les femmes et les enfants (14,6 %), améliorer la gouvernance et rétablir la paix et la sécurité (9,6 %), garantir un environnement sain (9,4 %) et repositionner la Côte d'Ivoire sur les scènes régionale et internationale (1,8 %).

Les principaux objectifs du *Plan* nécessitant un recours aux sciences et technologies sont les suivants :

- Réhabilitation de la ligne de chemin de fer reliant Abidjan à la frontière du Burkina Faso, réhabilitation et extension des ports d'Abidjan et de San-Pédro, création d'une nouvelle compagnie aérienne (infrastructures et transports) ;
- Augmentation d'au moins 15 % de la productivité de l'igname, de la banane plantain et du manioc (agriculture) ;

9. Le Noyau opérationnel pour la société de l'information, l'agence publique officielle chargée du projet Mundu Novu, a obtenu de Microsoft une réduction de 90 % sur les systèmes d'exploitation installés dans les écoles, grâce à un accord signé en août 2010.

- Création de deux unités de transformation du fer et du manganèse et d'une unité d'affinage de l'or (exploitation minière) ;
- Construction du barrage de Soubré, électrification de 200 communautés rurales par an (énergie) ;
- Création et équipement de trois technopôles visant à encourager l'innovation, transformation de 50 % des matières premières en marchandises à valeur ajoutée (industrie et PME) ;
- Développement du réseau de fibre optique[10] du pays, adoption d'un programme d'éducation en ligne, mise en place de cybercentres dans toutes les municipalités (services postaux et TIC) ;
- Construction et équipement de 25 000 salles de classe, construction de quatre universités et d'un village universitaire, rénovation de plusieurs universités existantes (éducation) ;
- Rénovation d'hôpitaux et de cliniques, gratuité des services de santé pour les enfants de moins de cinq ans, gratuité des soins liés à l'accouchement et des soins d'urgence (santé) ;
- Construction de latrines dans les zones rurales, réhabilitation des réseaux d'égouts à Abidjan et à Yamoussoukro (assainissement) ;
- Raccordement de 30 000 familles à faible revenu au réseau d'eau potable chaque année (eau potable) ;
- Réhabilitation du lagon et de la baie de Cocody à Abidjan et construction d'un technopôle pour le traitement et le recyclage des déchets industriels et dangereux (environnement).

Infrastructures : une priorité absolue

La part du *Plan* consacrée à la recherche scientifique reste modeste (figure 18.7). Vingt-quatre programmes nationaux de recherche réunissent des institutions de recherche et de formation publiques et privées autour d'un thème de recherche commun. Ces programmes portent sur huit secteurs prioritaires pour la période 2012-2015 : la santé, les matières premières, l'agriculture, la culture, l'environnement, la gouvernance, l'exploitation minière et l'énergie, et enfin la technologie.

Selon le Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique, la Côte d'Ivoire consacre environ 0,13 % de son PIB aux DIRD.

Outre ce faible niveau d'investissement, le développement de la R&D se heurte à plusieurs difficultés : le matériel scientifique n'est pas adapté, les organisations de recherche sont fragmentées et les résultats de recherche ne sont pas correctement exploités et protégés.

La Côte d'Ivoire ne dispose pas encore d'une politique de STI spécifique. Les politiques relatives à ce domaine sont mises en œuvre par le Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique. La planification est essentiellement assurée par la Direction générale de la recherche scientifique et de l'innovation technologique et par sa direction technique. De son côté, le Conseil supérieur de la recherche scientifique et du développement technologique constitue un cadre de consultation et de dialogue avec les parties prenantes et les partenaires de recherche.

La recherche et l'innovation sont encouragées et financées par le Programme national d'investissement agricole (2010), le Programme d'appui stratégique à la recherche scientifique (2007), le Fonds interprofessionnel pour la recherche et le conseil agricoles (2002), le Fonds national de la recherche scientifique et technologique (pas encore mis en place), et le Fonds ivoirien de développement des entreprises nationales (1999).

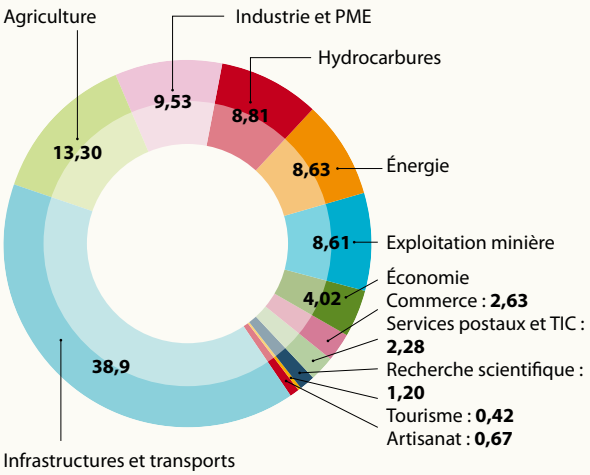
L'innovation et le transfert de technologies sont favorisés par le Département de promotion de la recherche et de l'innovation technologique, l'Organisation ivoirienne de la propriété intellectuelle et le Centre de démonstration et de promotion des technologies. Il convient également de mentionner la Société ivoirienne de technologie tropicale, centre gouvernemental créé en 1979, qui encourage l'innovation agro-industrielle et dispense des formations sur la préservation et la transformation des cultures (manioc, banane plantain, noix de cajou, noix de coco, etc.) en marchandises à valeur ajoutée (savon et beurre de cacao, notamment).

Les autres grandes structures sont l'Institut Pasteur, le Centre de recherches océanologiques, le Centre national de recherche agronomique, l'Institut national de santé publique, le Centre de recherche en écologie et le Centre de recherches économiques et sociales.

10. Seuls 2,4 % des Ivoiriens avaient accès à Internet en 2012.

Figure 18.7 : **Secteurs prioritaires du *Plan national de développement* de la Côte d'Ivoire à l'horizon 2015**

Par rapport au budget consacré à l'amélioration de la création de richesses et de l'équité sociale (%)



Source : Ministère du plan et du développement (2012), *Plan national de développement 2012-2015.*

GAMBIE



Une volonté d'associer la formation au développement de la STI

Le *Programme d'accélération de la croissance et de l'emploi* de la Gambie, qui couvre la période 2012-2015, propose sa propre stratégie pour parvenir au statut de pays à revenu intermédiaire. La Gambie, qui est l'un des plus petits pays de

l'Afrique de l'Ouest, avec un PIB par habitant de 1 666 dollars des États-Unis PPA, sait qu'elle ne pourra relever les défis urgents du développement sans de solides capacités en matière de STI. À peine 14 % de la population a accès à Internet, par exemple, et seuls trois citoyens sur quatre ont accès à un approvisionnement en eau salubre.

La création du Ministère de l'enseignement supérieur, de la recherche, de la science et de la technologie en 2007 témoigne de la volonté du pays d'associer la formation d'un personnel qualifié au développement de la STI. Autres signes encourageants : la décision du président gambien de faire de 2012 l'Année de la science, de la technologie et de l'innovation, les efforts visant à créer la toute première académie nationale des sciences en Gambie, et l'adoption de la *Politique nationale relative à la science, à la technologie et à l'innovation 2013-2022*, élaborée avec l'aide de l'UNESCO.

Cette politique entend spécifiquement encourager l'entrepreneuriat chez les jeunes et les femmes, afin de renforcer leur employabilité. Elle vise également à moderniser à la fois l'agriculture (arachides et produits dérivés, poisson, fibre de coton, amandes de palme) et les industries nationales (tourisme, boissons, assemblage de machines agricoles, travail du bois, métallurgie, habillement) afin de créer des produits et services de qualité.

Un certain nombre d'institutions assurent les travaux de recherche et la formation, les principales étant l'Université de Gambie, l'Institut national de recherche agricole, le Centre d'innovation contre le paludisme, le Centre de recherche et développement en santé publique, le Conseil de la recherche médicale et le Centre international sur la trypanotolérance.

Peu d'inscriptions dans l'enseignement supérieur et peu de R&D

Les indicateurs du développement pour la Gambie sont relativement encourageants pour un petit pays aux ressources limitées. Depuis 2004, les dépenses publiques consacrées à l'éducation ont quadruplé pour atteindre 4,1 % du PIB. Seuls 7 % de ce budget est investi dans l'enseignement supérieur, soit 0,3 % du PIB. Si près de neuf enfants sur dix fréquentent l'école primaire, les taux de scolarisation n'ont pas progressé depuis 2009 (ni pour l'école primaire, ni pour le secondaire), ce qui semble indiquer que l'État privilégie peut-être l'amélioration de la qualité de l'enseignement primaire et secondaire (tableau 18.3). Les inscriptions dans l'enseignement supérieur restent extrêmement faibles (à peine 3 % des 18-25 ans), malgré une augmentation ces dernières années.

La part du PIB consacrée à la R&D n'est que de 0,13 % (2011). La Gambie se distingue toutefois par un secteur privé à but non lucratif très actif qui, d'après les données disponibles, réalise près de la moitié des travaux de R&D[11] (signalons néanmoins que le secteur des entreprises commerciales n'a pas à ce jour fait l'objet d'une enquête). Dans l'ensemble, cependant, la STI en Gambie se caractérise par des infrastructures inadaptées et des compétences et capacités institutionnelles insuffisantes pour atteindre ses objectifs en matière de science et d'innovation, couplées à un manque de financement. La *Politique nationale de science, de technologie et d'innovation* vise à remédier à ces contraintes.

11. Ces chiffres peuvent s'expliquer au moins en partie par le fait que le Conseil de la recherche médicale en Gambie, qui dépend du conseil britannique du même nom, est considéré comme une institution privée à but non lucratif.

GHANA



Volonté de créer une culture scientifique

Au Ghana, le *Programme de croissance partagée et de développement 2014-2017* met en contexte les politiques sectorielles définies par la *Politique nationale de science, technologie et innovation*[12] (2010) dans les domaines de l'agriculture, de l'industrie, de la santé et de l'éducation. Cette politique vise essentiellement à se servir de la STI pour réduire la pauvreté, à améliorer la compétitivité internationale des entreprises et à favoriser une gestion environnementale et une croissance industrielle durables. À long terme, elle ambitionne de créer une culture de la science et de la technologie axée sur la résolution de problèmes.

Le système d'innovation national du Ghana compte parmi les plus développés d'Afrique de l'Ouest. Il comprend le Conseil pour la recherche scientifique et industrielle, créé en 1958, ainsi que 13 instituts spécialisés dans la recherche sur les cultures, les animaux, l'alimentation, l'eau et l'industrie. Jusque dans les années 1980, les exportations de cacao représentaient plus de 40 % des revenus en devises du pays ; aujourd'hui, elles représentent encore environ 20 %. L'Institut ghanéen de recherche sur le cacao joue un rôle important dans le développement de cette filière en menant des travaux de recherche sur l'amélioration génétique des cultures, l'agronomie, la lutte antiparasitaire et les services de vulgarisation, entre autres. Parmi les institutions scientifiques, on peut également citer la Commission ghanéenne de l'énergie atomique, le Centre de recherche scientifique sur les plantes médicinales et l'Institut mémorial de Noguchi pour la recherche médicale, à l'Université du Ghana.

Le Ghana ne compte qu'un petit nombre de chercheurs (39 par million d'habitants en 2010), mais ces derniers publient de plus en plus dans des revues internationales. Entre 2005 et 2014, le nombre de publications scientifiques a presque triplé dans le pays (figure 18.6). Ces résultats sont d'autant plus notables que le Ghana n'a consacré que 0,38 % de son PIB aux DIRD en 2010 (voir tableau 19.5).

Accroître l'investissement pour stimuler la R&D

Entre 2004 et 2011, le Ghana a investi en moyenne 6,3 % de son PIB dans l'éducation ; un cinquième à un quart de ce budget a été alloué à l'enseignement supérieur. Le nombre d'étudiants inscrits dans une formation diplômante a explosé, passant de 82 000 à 205 000 (soit 12 % de la tranche d'âge) entre 2006 et 2012, tandis que le nombre de doctorants est passé de 123 à 867 (voir tableau 19.4).

Toutefois, l'investissement en faveur de l'éducation n'a pas tenu ses promesses, dans la mesure où il n'a pas servi à stimuler la R&D. Cela s'explique par le fait que la science et l'ingénierie ne sont pas suffisamment reconnues au Ghana. Le budget destiné aux universitaires et scientifiques travaillant dans les institutions

12. Cette politique a été élaborée suite à une évaluation du système d'innovation national du Ghana réalisée par la Banque mondiale, la Conférence des Nations Unies sur le commerce et le développement (CNUCED) et l'Institut ghanéen de recherche sur les politiques scientifiques et technologiques.

publiques (qui représentent 96 % des DIRD) est insuffisant ; quant au secteur privé, les opportunités y sont rares. Dans les années 2000, les gouvernements successifs se sont efforcés d'améliorer les infrastructures consacrées au développement d'entreprises modernes. Ils ont encouragé la création d'incubateurs d'entreprises dans le domaine des TIC, de parcs industriels pour le textile et l'habillement et de plus petits incubateurs expérimentaux au sein d'instituts de recherche, notamment l'Institut de recherche sur l'alimentation. Toutes ces structures se situent dans la métropole Accra-Tema, elles sont donc trop inaccessibles pour les milliers d'entrepreneurs résidant en dehors de la capitale et qui auraient besoin de leurs services pour développer leur activité.

Malgré des investissements insuffisants, certaines universités conservent leur supériorité, notamment l'Université du Ghana (1948), la plus ancienne du pays, ainsi que l'Université des sciences et technologies Kwame Nkrumah (ou KNUST, 1951), toutes deux sélectionnées pour le projet des Centres d'excellence africains de la Banque mondiale (tableau 18.1). La KNUST s'est forgé une réputation d'excellence dans les domaines médical, pharmaceutique, des sciences de l'ingénieur, de la recherche fondamentale et de la recherche appliquée. En 2014, le gouvernement et la Banque mondiale ont mis en place un centre d'excellence en génie pétrolier à la KNUST ; celui-ci servira de pôle pour le renforcement des capacités de l'Afrique en matière de chaîne de valeur des ressources pétrolières et gazières. En tout, sept universités publiques mènent des travaux de R&D approfondis[13].

Dans le cadre du projet de la Banque mondiale, le Centre d'Afrique de l'Ouest pour l'amélioration des cultures de l'Université du Ghana reçoit 8 millions de dollars des États-Unis pour la recherche et la formation des phytogénéticiens (niveau doctorat et maîtrise) pour la période 2014-2019, ainsi que pour la prestation d'autres services. Le Centre d'Afrique de l'Ouest sur la biologie cellulaire des pathogènes infectieux de l'Université du Ghana et le Centre régional sur l'eau et l'assainissement environnemental de la KNUST reçoivent un soutien similaire (tableau 18.1).

GUINÉE



Le statut de pays à revenu intermédiaire d'ici 2035

Suite au décès du Président Lansana Conté en 2008, la Guinée a traversé une grave crise politique jusqu'à l'élection de l'actuel président, Alpha Condé, en novembre 2010. Cette délicate transition politique a plongé le pays dans une récession économique en 2009 (recul de la croissance de 0,3 %), incitant le gouvernement à prolonger sa *Stratégie de réduction de la pauvreté* jusqu'en 2012.

L'ambition des nouveaux pouvoirs publics est de faire de la Guinée une économie à revenu intermédiaire d'ici 25 ans. Cette ambition sera formulée dans la vision prospective *Guinée 2035*, en cours d'élaboration en 2015. Le gouvernement entend promouvoir :

- La collecte de renseignements économiques, afin d'anticiper les évolutions de l'environnement économique national et international et d'identifier des perspectives d'accès à de nouveaux marchés grâce à l'innovation et à la créativité. Au cours de la période 2013-2015, des pôles d'intelligence économique ont été mis en place pour l'administration (services publics) et le secteur privé (employeurs) ;
- Les industries propres ;
- La sécurité de la propriété intellectuelle et économique ;
- La gestion et l'exploitation des connaissances et de l'information, dans les domaines prioritaires de la science et des procédés de production industriels, technologiques et médicaux.

Des réformes fondamentales dans l'enseignement supérieur et la recherche

L'État s'est donné pour priorité d'assurer l'éducation primaire pour tous d'ici 2015, conformément aux objectifs du Millénaire pour le développement. Pour concrétiser cette ambition, le gouvernement s'appuie sur le *Programme sectoriel de l'éducation 2008-2015*, adopté en 2007. En 2009, 85 % des enfants fréquentaient l'école primaire. En 2012, ce pourcentage n'avait quasiment pas progressé, probablement en raison de l'instabilité politique de 2008-2009. La part des élèves du secondaire est passée de 34 % à 38 % entre 2008 et 2012 (tableau 18.3). En 2012, la Guinée a consacré 2,5 % de son PIB à l'éducation, une proportion parmi les plus faibles d'Afrique de l'Ouest.

Un tiers de ce budget est alloué à l'enseignement supérieur. Un jeune Guinéen âgé de 18 à 25 ans sur 10 est inscrit à l'université, l'un des taux les plus élevés d'Afrique de l'Ouest. D'importantes réformes sont en cours en Guinée afin d'améliorer la gouvernance des universités et le financement des institutions d'enseignement supérieur et de recherche scientifique, de créer une école supérieure (doctorale), de mettre en place un système d'assurance qualité et d'établir des réseaux professionnels efficaces dans l'enseignement supérieur.

L'État cherche également à encourager l'accès aux TIC et leur utilisation dans l'enseignement, la recherche scientifique et l'administration. La Guinée affiche actuellement un taux de pénétration d'Internet parmi les plus faibles d'Afrique, à peine 1,5 % (2012).

Revoir le cadre juridique de la R&D

Le développement des activités de R&D est régi par la loi d'orientation de la recherche scientifique et technique, qui n'a été ni actualisée, ni appliquée, ni révisée depuis son adoption le 4 juillet 2005.

Le Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique est le principal organe chargé des politiques dans ces domaines. Au sein du ministère, la Direction nationale de la recherche scientifique et technique (DNRST) est responsable de la mise en œuvre des politiques et des institutions de recherche

13. Le Ghana compte par ailleurs 10 écoles polytechniques, une dans chaque région administrative, ainsi que 23 instituts de formation professionnelle et technique. Compte tenu de l'évolution des politiques, ces écoles polytechniques devraient être transformées en universités techniques.

qui constitue le volet exécutif. La DNRST est également chargée de concevoir, d'élaborer et de coordonner le suivi et l'évaluation de la politique nationale.

Au Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique vient s'ajouter un Conseil supérieur de la recherche scientifique et technique, un organe consultatif en charge des questions relatives à la politique nationale de science et technologie, composé de représentants des ministères, de la communauté scientifique et des utilisateurs des produits de la recherche.

La R&D repose sur deux sources de financement : l'État, qui accorde des subventions aux institutions de recherche, aux centres de documentation et aux universités grâce au budget national consacré au développement, et la coopération internationale. Ces dernières années, la R&D guinéenne a ainsi bénéficié d'une aide financière de la France (Fonds d'aide à la coopération et Fonds de solidarité prioritaire), mais également de la Belgique, du Canada, du Japon, de la Banque mondiale, de l'Organisation islamique pour l'éducation, les sciences et la culture, du Programme des Nations Unies pour le développement (PNUD) et de l'UNESCO, entre autres.

GUINÉE-BISSAU



Une économie ébranlée par les troubles politiques

La Guinée-Bissau, autrefois considérée comme un modèle de développement en Afrique, a connu une guerre civile (1998-1999) suivie de plusieurs coups d'État, le dernier en avril 2012. L'instabilité politique a ébranlé l'économie et fait du pays l'un des plus pauvres au monde.

La Guinée-Bissau dépend des cultures primaires (principalement la noix de cajou pour ses revenus en devises) et d'une agriculture de subsistance. Elle possède d'autres ressources qui pourraient être exploitées et transformées : poisson, bois, phosphates, bauxite, argile, granit, calcaire et gisements de pétrole.

Ses perspectives à long terme sont synthétisées dans la stratégie *Guinée-Bissau 2025 Djitu ten* (1996). L'ambition du gouvernement est énoncée dans la première *Stratégie nationale pour la réduction de la pauvreté* pour la période 2008-2010, ainsi que dans la version 2011-2015, qui vise essentiellement à réduire la pauvreté en renforçant l'État, en accélérant la croissance et en réalisant les objectifs du Millénaire pour le développement.

Une politique de l'enseignement supérieur en cours de révision

Comme la plupart des pays de l'UEMOA qui partagent une monnaie commune (le franc CFA), la Guinée-Bissau a déployé ces cinq dernières années des moyens considérables afin d'améliorer son système d'enseignement supérieur. Ces efforts ont été soutenus par les partenaires du pays et en particulier par l'UEMOA via son Projet d'appui à l'enseignement supérieur, à la science et à la technologie, ainsi que sa contribution à l'élaboration de la politique de l'enseignement supérieur de la Guinée-Bissau en 2011. Cette politique fait actuellement l'objet d'une révision en consultation avec les principales parties prenantes, notamment les employeurs du secteur privé, les organisations socioprofessionnelles, les décideurs et la société civile.

La Guinée-Bissau, comme d'autres pays de l'UEMOA, a donc mis en place des consultations nationales sur l'avenir de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique. En mars 2014, le Ministère de l'éducation a organisé un dialogue national sur ce sujet, ayant pour thème « Quel avenir pour l'enseignement supérieur et la recherche scientifique en Guinée-Bissau à court, moyen et long terme ? ». Cette consultation a réuni divers acteurs nationaux et étrangers. Les recommandations issues de cette consultation, couplées à l'élection du Président José Mario Vaz en mai 2014 et à la levée subséquente des sanctions qui avaient été imposées par l'Union africaine après le coup d'État de 2012, devraient permettre à la Guinée-Bissau de faire avancer ce programme de réformes.

LIBÉRIA



Une forte croissance économique qui n'a pas bénéficié au secteur de la STI

Le Libéria tente de se remettre de vingt-cinq ans de guerre civile. Bien que la page des conflits soit tournée depuis l'élection de la Présidente Ellen Johnson Sirleaf en 2005, l'économie est toujours en ruines et doit faire face depuis début 2014 aux effets dévastateurs de l'épidémie d'Ebola. Avec un PIB par habitant d'à peine 878 dollars des États-Unis PPA en 2013, le Libéria reste l'un des pays les plus pauvres d'Afrique.

Il dispose pourtant de richesses naturelles considérables, notamment la plus grande forêt tropicale de l'Afrique de l'Ouest. Son économie est fondée sur le caoutchouc, le bois, le cacao, le café, le minerai de fer, l'or, les diamants et les ressources pétrolières et gazières. Entre 2007 et 2013, il a enregistré une croissance de 11 % en moyenne. Le secteur de la STI n'a cependant pas profité de cette remarquable reprise économique.

De faibles dépenses publiques dans les domaines de l'agriculture et de l'éducation

Les dépenses publiques n'ont pas non plus augmenté dans les secteurs essentiels que sont l'agriculture (moins de 5 % du PIB) et l'éducation (2,38 % du PIB), sachant qu'à peine 0,10 % du PIB est alloué à l'enseignement supérieur. Le Libéria a atteint l'objectif de l'éducation primaire pour tous, mais moins de la moitié des élèves vont à l'école secondaire. Les inscriptions à l'université ont par ailleurs stagné : en 2012, on comptait quasiment le même nombre d'étudiants (33 000) inscrits dans des cursus diplômants qu'en 2000. D'un autre côté, le Libéria partage avec la Sierra Leone la particularité de consacrer une plus grande part de son PIB à la santé (15 %) que tous les autres pays de l'Afrique subsaharienne.

Mettre l'accent sur une meilleure gouvernance

Le Libéria a défini sa stratégie visant à accéder au statut de pays à revenu intermédiaire d'ici 2030 dans sa vision nationale, intitulée *Liberia Rising 2030*[14] (République du Libéria, 2012). Sa principale

14. *Liberia Rising 2030* s'inscrit dans le prolongement de *Lifting Liberia*, la stratégie de réduction de la pauvreté du pays pour la période 2008-2011.

priorité sera de créer les conditions de la croissance socio-économique grâce à de meilleures pratiques de gouvernance (respect de l'État de droit, notamment), au développement des infrastructures, à un environnement plus favorable aux entreprises, à la gratuité de l'éducation élémentaire, à une meilleure formation des enseignants, et à l'investissement dans des formations techniques et professionnelles et dans l'enseignement supérieur. *Liberia Rising 2030* cite une enquête *Doing Business* de la Banque mondiale (2012) dans laquelle 59 % des entreprises libériennes ont identifié le manque d'électricité, et 39 % le manque de transports, comme étant une contrainte majeure.

L'ensemble des infrastructures de production et de distribution d'énergie ayant été détruites pendant la guerre, il est prévu de recourir davantage aux énergies renouvelables et d'installer des services d'électricité abordables, avec « un meilleur accès à des combustibles qui ne contribuent pas à la déforestation ». La capacité à fournir de l'électricité à la majeure partie de l'économie est considérée comme « indispensable » pour accéder au statut de pays à revenu intermédiaire. La stratégie met également l'accent sur la construction d'une société plus inclusive ; en effet, l'instabilité et les conflits demeurent la principale menace à la création de richesses à long terme au Libéria. Le défi sera donc de renoncer aux pratiques traditionnelles de concentration des richesses et du pouvoir entre les mains de l'élite et dans la capitale, Monrovia.

Le financement de cette *Vision nationale* devrait essentiellement être assuré par les grandes sociétés minières (notamment celles qui procèdent à l'exploration pétrolière et gazière en mer) et par les partenaires de développement. En 2012, les IDE ont contribué à hauteur de 78 % au PIB, de loin la proportion la plus importante en Afrique subsaharienne (République du Libéria, 2012).

Si le Libéria n'a pas encore publié de politique de STI, il dispose en revanche d'une politique industrielle nationale intitulée *Industry for Liberia's Future* (Industrie pour l'avenir du Libéria, 2011), d'une *Politique nationale de protection de l'environnement* (2003), d'un *Cadre national de biosécurité* (2004) et d'une *Politique nationale de santé* (2007).

Un collège de sciences et technologies pour l'Université du Libéria

En matière d'enseignement supérieur, la principale évolution a été l'ouverture, en 2012, du Collège de sciences et technologies T.J.R. Faulkner au sein de l'Université du Libéria. Cette dernière, fondée en 1862, disposait déjà de deux collèges : le Collège d'agriculture et de foresterie et le Collège de médecine. D'autres universités proposent également des facultés de sciences et d'ingénierie. Le Libéria compte par ailleurs des institutions spécialisées telles que l'Institut de recherche biomédicale du Libéria et l'Institut central de recherche agricole.

La Commission nationale de l'enseignement supérieur est chargée du développement de la STI. Il existe également une Agence des énergies renouvelables, une Autorité de développement forestier et une Agence de protection de l'environnement. C'est actuellement le Ministère de l'éducation qui s'occupe de l'éducation et de la recherche scientifiques par le biais de sa Division de l'enseignement scientifique et technologique. Des voix s'élèvent cependant pour réclamer la création d'un Ministère de la recherche, de la science et de la technologie.

MALI



Une politique, mais pas de plan à long terme en faveur de la recherche

En 2009, le Ministère des enseignements secondaire, supérieur et de la recherche scientifique a élaboré une *Politique nationale de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique* (Ministère des enseignements secondaire, supérieur et de la recherche scientifique, 2009). Cette politique a trois grands objectifs :

- Renforcer l'utilité sociale et économique de l'enseignement supérieur et de la recherche ;
- Réguler le flux d'étudiants inscrits dans l'enseignement supérieur de façon à établir le meilleur compromis possible entre les besoins du marché du travail, la demande sociale et les moyens disponibles ;
- Optimiser les ressources disponibles en en dirigeant la majeure partie vers l'enseignement et la recherche, tout en mettant mieux à profit le rôle potentiel du secteur privé afin de limiter les dépenses sociales.

Malgré l'orientation proposée par cette politique scientifique, aucun plan stratégique n'a encore été officiellement adopté pour le développement à long terme de la recherche scientifique, et aucun document ne recense les ressources humaines, matérielles et financières qu'il faudra mobiliser pour mettre en œuvre cette politique. En 2009-2011, la Commission économique des Nations Unies pour l'Afrique avait pourtant financé une étude consacrée à l'élaboration d'une politique de STI nationale et de son plan de mise en œuvre, mais ce processus a été perturbé par le coup d'État militaire de 2011 qui a précédé la rébellion touareg dans le nord du pays. En l'absence de ces différents éléments, les départements et le personnel des structures d'enseignement et de recherche continuent d'entreprendre eux-mêmes des projets de recherche ; dans certains cas, l'initiative peut également être prise par les donateurs, un schéma que l'on ne connaît que trop bien en Afrique.

D'une seule université à cinq

Jusqu'en 2011, le Mali comptait une seule université, créée en 1996. Près de 80 000 étudiants y étaient inscrits pour l'année universitaire 2010-2011, dont 343 doctorants (tableau 18.4). Face à l'envolée du nombre d'étudiants, le gouvernement a décidé en 2011 de diviser l'Université de Bamako en quatre entités distinctes, ayant chacune son propre institut de technologie : l'Université des sciences, des techniques et des technologies de Bamako, l'Université des lettres et des sciences humaines de Bamako, l'Université des sciences sociales et de gestion de Bamako et l'Université des sciences juridiques et politiques de Bamako.

En parallèle, l'Université de Ségou, dont la création a été approuvée par décret en 2009, a accueilli ses 368 premiers étudiants en janvier 2012, selon le journal malien *L'Essor*. La Faculté d'agronomie et de médecine animale a ouvert la première, suivie de la Faculté des sciences sociales, de la Faculté des sciences de la santé et de la Faculté du génie et des sciences. Un centre de formation professionnelle devrait également voir le jour sur le campus.

Le Bureau de l'UNESCO à Bamako mène depuis 2009 un projet visant à aider les professeurs d'université à adopter le système de diplômes en trois cycles (licence, master, doctorat). L'UNESCO, en collaboration avec l'Université de Bamako et la Direction nationale de l'enseignement supérieur, a organisé une mission à Dakar en avril 2013 afin de permettre à une vingtaine de professeurs d'université d'étudier les écoles doctorales et les mécanismes d'assurance qualité mis en place au Sénégal de façon à s'en inspirer au Mali. L'UNESCO a également organisé un certain nombre d'ateliers nationaux et internationaux, notamment un sur l'utilisation des TIC au service de l'enseignement et de la recherche. Depuis, l'Université de Bamako a rejoint le Réseau africain d'institutions scientifiques et technologiques, situé dans les locaux du Bureau de l'UNESCO à Nairobi.

NIGER



La première politique de STI du pays

Au Niger, l'élaboration des politiques de S&T relève de la compétence de plusieurs ministères, mais incombe en premier lieu au Ministère de l'enseignement supérieur, de la recherche et de l'innovation. La *Politique nationale des sciences, de la technologie et de l'innovation* a été approuvée en 2013 ; en 2015, elle attendait d'être adoptée par le parlement. L'UNESCO aide par ailleurs le Niger à élaborer un plan de mise en œuvre stratégique.

En mars 2013, le pays a participé à un atelier infrarégional[15] organisé à Dakar par l'AOSTI et le programme de l'Observatoire mondial des instruments de politique de STI (GO→SPIN) de l'UNESCO. Cet atelier a constitué la première étape d'une cartographie de la recherche et de l'innovation au Niger.

En 2010, le Niger a créé un Fonds d'appui à la recherche scientifique et à l'innovation technologique (FARSIT). Doté d'un budget annuel de 360 millions de francs CFA (soit 548 000 euros), le FARSIT vise à soutenir des projets de recherche présentant un intérêt socioéconomique, à renforcer les capacités des institutions, des équipes et des laboratoires en ce qui concerne les activités de R&D, à encourager la créativité et l'innovation technologique et à améliorer la formation à la recherche.

Un premier plan à long terme pour tous les niveaux d'éducation

Au Niger, le taux d'inscription à l'université est parmi les plus faibles d'Afrique, avec seulement 175 étudiants pour 10 000 habitants (tableau 18.3). Mettre en place un système d'enseignement supérieur viable et de qualité reste donc un défi majeur pour ce pays dont la moitié de la population a moins de 15 ans. En 2010, trois nouvelles universités ont été créées : l'Université de Maradi, l'Université de Zinder et l'Université de Tahoua.

En 2014, le gouvernement a adopté un *Programme sectoriel de l'éducation et de la formation 2014-2024*, premier document de stratégie à long terme du pays concernant l'éducation dans son ensemble, du niveau préscolaire à l'enseignement supérieur. Le plan précédent, adopté en 2001, portait exclusivement sur l'éducation de base : école maternelle, école primaire, alphabétisation des adultes et éducation non formelle.

NIGÉRIA



Adoption du Fonds national pour la STI

Le Nigéria entend s'appuyer sur son projet de transformation économique *Vision 20/2020* (2009) pour se classer parmi les 20 plus grandes économies mondiales[16] d'ici 2020, avec un revenu par habitant d'au moins 4 000 dollars des États-Unis par an. *Vision 20/2020* intègre la STI dans le développement des principaux secteurs économiques et s'articule autour de trois piliers : optimiser les principales sources de croissance économique de la nation, garantir la productivité et le bien-être des Nigérians, et encourager le développement durable.

Initialement, l'un des neuf objectifs stratégiques de *Vision 20/2020* était de créer un fonds de dotation de 5 milliards de dollars des États-Unis pour financer la création d'une Fondation nationale pour la science. Ce fonds, promis par l'ancien Président Olusegun Obasanjo (1999-2007) vers la fin de son mandat, n'a pas encore vu le jour. Les progrès accomplis dans la réalisation des autres objectifs sont difficiles à évaluer, faute de données (les objectifs étaient par exemple d'investir dans la R&D une part du PIB comparable à celle des 20 plus grandes économies mondiales, ou d'augmenter les effectifs du personnel de R&D).

En 2011, le Conseil exécutif fédéral a approuvé l'affectation de 1 % du PIB à la création d'un Fonds national pour la science, la technologie et l'innovation. Cette stratégie figure dans la *Politique en matière de science, de technologie et d'innovation* (approuvée par le Conseil exécutif fédéral en 2011), qui recommande la mise en place de dispositifs de financement fiables afin d'axer la R&D sur les priorités nationales. Quatre ans plus tard, ce fonds n'a toujours pas été créé.

Une réorientation politique en faveur de l'innovation

Cette politique recommandait également de réorienter les travaux de recherche et de délaisser la recherche fondamentale au profit de l'innovation. Dans son avant-propos, le Ministre fédéral des sciences et des technologies[17] observe que « cette politique a la particularité de mettre l'accent sur l'innovation, devenue un outil pour accélérer le développement durable ». Le Président Goodluck Jonathan a déclaré : « Nous allons faire tourner notre économie grâce à la science et à la technologie, car aucune économie au monde ne peut se développer sans cela... Au cours des quatre prochaines années, nous allons beaucoup miser sur la science et la technologie car nous n'avons pas le choix. » L'objectif est de pousser les Nigérians « à la réflexion scientifique et technologique ».

15. Cet atelier a été suivi par des experts de haut niveau, des représentants gouvernementaux, des chercheurs, des statisticiens et des fonctionnaires des commissions parlementaires du Burkina Faso, du Burundi, de la Côte d'Ivoire, du Gabon, du Niger et du Sénégal.

16. Pour en savoir plus sur la stratégie *Vision 20/2020* du Nigéria, voir le *Rapport de l'UNESCO sur la science 2010 : L'état actuel de la science dans le monde*, p. 309.

17. Le Ministère fédéral des sciences et des technologies est assisté par le Conseil national des sciences et des technologies, les commissions de l'Assemblée nationale sur les sciences et les technologies et le Centre national de gestion de la technologie. Le Nigéria étant une république fédérale, il existe également des relais dans les ministères et les assemblées d'État.

Encadré 18.4 : **Imposer les entreprises pour moderniser l'enseignement supérieur au Nigéria**

L'une des stratégies proposées dans la *Politique en matière de science, de technologie et d'innovation* du Nigéria (2011) consiste à mettre en place des cadres de financement avec divers partenaires.

L'un de ces cadres est le Fonds fiduciaire pour l'enseignement supérieur (ou TETFund). Créé en vertu de la loi sur le Fonds fiduciaire pour l'enseignement supérieur de 2011, il est chargé de gérer et de verser les revenus fiscaux aux institutions publiques d'enseignement supérieur. Il est également responsable du suivi de l'utilisation de ces fonds.

Cette initiative impose une taxe pour l'éducation de 2 % sur les bénéfices imposables de toutes les entreprises enregistrées au Nigéria. Le Fonds fiduciaire pour l'enseignement supérieur verse ensuite 50 % de cet argent aux universités, 25 % aux écoles polytechniques et 25 % aux établissements de formation des enseignants. Ces subventions sont destinées à l'achat d'infrastructures physiques essentielles pour l'enseignement et la formation, à la recherche, à la publication scientifique, ainsi qu'à la formation et au développement professionnel du personnel universitaire.

Source : www.tetfund.gov.ng.

Cette politique recommandait également la création d'un Conseil national de la recherche et de l'innovation, qui a vu le jour en février 2014. Ce Conseil se compose des Ministres fédéraux des sciences et des technologies, de l'éducation, des technologies de l'information et des communications, et de l'environnement.

En matière de STI, il accorde une attention particulière aux sciences et technologies spatiales, aux biotechnologies et aux technologies relatives aux énergies renouvelables. Si le Nigéria disposait depuis 2001 d'une Agence nationale de développement des biotechnologies, le projet d'Agence nationale de gestion de la biosécurité a traîné pendant des années au Parlement avant d'être finalement adopté en 2011 ; début 2015, il attendait encore la ratification présidentielle.

En 2012, un Centre international pour la biotechnologie a été créé sous l'égide de l'UNESCO dans les locaux de l'Université du Nigéria, à Nsukka. Cette institution dispense des formations de haut niveau (notamment à l'échelle infrarégionale) et assure des activités d'enseignement et de recherche, en particulier dans les domaines relatifs à la sécurité alimentaire, à la conservation des récoltes, aux banques de gènes et aux maladies tropicales.

La *Politique en matière de science, de technologie et d'innovation* poursuit plusieurs grands objectifs :

- Acquérir, au niveau national, la capacité à lancer les satellites dont dispose le Nigéria (déjà au nombre de trois) et à les exploiter pour les télécommunications et la recherche ;
- Organiser des essais avancés sur le terrain pour les cultures génétiquement modifiées conçues pour améliorer la productivité agricole et la sécurité alimentaire (voir également encadré 18.1) ;
- Encourager le recours aux technologies solaires pour compléter de manière fiable le réseau national et répondre aux besoins énergétiques des communautés marginalisées ;
- Promouvoir la conception et l'utilisation de matériaux de construction locaux ainsi qu'une « culture de la construction écologique » grâce au développement de « maisons écologiques » et de « ciment écologique » ;
- Mettre en place ou développer des bureaux de transfert de technologies afin d'améliorer la protection de la propriété intellectuelle et donc d'encourager la R&D industrielle ;
- Mettre en œuvre le projet de Silicon Valley autour du Complexe Sheda pour la science et la technologie (SHESTCO) à Abuja. Ce projet a pour but de développer des capacités en matière de haute technologie dans les TIC, la science des matériaux, les technologies solaires et les nouvelles technologies, ainsi que des compétences en ingénierie et en maintenance. Lors d'une visite du complexe en octobre 2014, le Ministre fédéral des sciences et des technologies, M. Abdu Bulama, s'est engagé à faire tout son possible pour que cette Silicon Valley devienne réalité et a indiqué que le ministère collaborait avec l'UNESCO, la Pologne et d'autres instances internationales afin d'accélérer ce processus.

La réussite de l'ambitieux programme du Nigéria reposera sur sa stratégie de développement des ressources humaines (encadré 18.4). Le Nigéria compte actuellement 40 universités fédérales, 39 universités d'État et 50 universités privées, selon la Commission nationale des universités du Nigéria. Elle dispose également de 66 écoles polytechniques, 52 écoles monotechniques et près de 75 instituts de recherche.

Malgré cela, les dépenses fédérales consacrées à la R&D en 2007 ne représentaient qu'environ 0,22 % du PIB selon l'Institut de statistique de l'UNESCO, et plus de 96 % de ce budget était fourni par l'État. Cette situation devrait s'améliorer au fur et à mesure de la mise en œuvre de la *Politique en matière de science, de technologie et d'innovation*.

La diversification économique : une nécessité impérieuse

Depuis 2010, le président a mis en place deux dispositifs de soutien à l'économie :

- Les coupures de courant coûtant chaque année des milliards de dollars des États-Unis à l'économie nigériane, le président a lancé en 2010 une *Feuille de route de la réforme du secteur de l'électricité*. Le point central de cette initiative consistait à privatiser la Power Holding Company of Nigeria, la compagnie publique d'électricité, qui a été scindée en 15 entreprises différentes.
- En octobre 2011, le président a lancé le programme Jeunes entrepreneurs innovants du Nigéria (You Win)[18], un mécanisme de subvention visant à créer des emplois. En 2015, quelque 3 600 futurs entrepreneurs âgés de 18 à 45 ans avaient reçu jusqu'à 10 millions de nairas chacun

18. *Voir* www.youwin.org.ng.

(soit 56 000 dollars des États-Unis) pour lancer ou développer leur entreprise, atténuer les risques de départ ou créer des entreprises par essaimage à partir d'entreprises existantes. Une jeune entreprise de TIC et une clinique dentaire figurent parmi les bénéficiaires.

L'un des objectifs de la stratégie *Vision 20/2020* est de diversifier l'économie ; toutefois, en 2015, les ressources pétrolières et gazières représentaient encore 35 % de la production économique du Nigéria et 90 % de ses exportations, selon l'Organisation des pays exportateurs de pétrole (OPEP). Le cours du Brent ayant chuté de plus de moitié depuis mi-2014 pour atteindre 50 dollars des États-Unis, le Nigéria a dévalué le naira et annoncé des plans visant à réduire les dépenses publiques de 6 % en 2015. La diversification économique est donc plus nécessaire et plus urgente que jamais.

SÉNÉGAL



Réformer l'enseignement supérieur

En 2012, le Sénégal a adopté une *Stratégie nationale de développement économique et social 2013-2017*, fondée sur son plan de développement *Plan Sénégal émergent*, dont l'objectif est d'accéder au statut de pays à revenu intermédiaire de la tranche supérieure d'ici 2035. Ces deux documents considèrent l'enseignement supérieur et la recherche comme un tremplin vers le développement socioéconomique, et donc comme une priorité en matière de réforme.

Une Concertation nationale sur l'avenir de l'enseignement supérieur a eu lieu début 2013. Elle a donné lieu à 78 recommandations, que le Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche a ensuite transposées en un double plan d'action intitulé *Programme de réformes prioritaires 2013-2017 de l'enseignement supérieur et de la recherche au Sénégal et Plan de développement de l'enseignement supérieur et de la recherche au Sénégal 2013-2017* (PDESR). Ce plan d'action a été adopté par le Conseil présidentiel sur l'enseignement supérieur et la recherche via 11 décisions présidentielles, avec notamment un engagement de financement de 600 millions de dollars des États-Unis sur 5 ans.

Au cours de sa première année de mise en œuvre, le PDESR a créé trois nouvelles universités publiques : l'Université du Sine Saloum de Kaolack, dans le centre du Sénégal, spécialisée dans l'agriculture, la Deuxième université de Dakar, située à 30 km de la capitale et spécialisée dans les sciences fondamentales, et l'Université virtuelle du Sénégal. Dans le cadre de ce plan, un réseau d'instituts supérieurs d'enseignement professionnel ainsi que des laboratoires modernes ont pu se développer, sans compter la mise en place d'un réseau de haut débit, qui a permis de connecter les universités publiques entre elles.

Cependant, il reste encore beaucoup à faire. Il y a un manque de synergies dans la R&D, qui est limitée en outre par un faible budget et du matériel inadapté, ainsi que par le statut précaire des chercheurs et le manque de relations entre les universités et l'industrie. Par ailleurs, les résultats de recherche ne sont pas suffisamment appliqués, en raison d'un manque de suivi et d'une production scientifique relativement faible (figure 18.6).

De nouvelles instances dirigeantes et un observatoire astronomique

La création d'un Conseil national de l'enseignement supérieur, de la recherche, de l'innovation, de la science et de la technologie en 2015 devrait permettre au Sénégal de relever certains de ces défis.

Cette structure servira de comité consultatif auprès du Ministre de l'enseignement supérieur et de la recherche, mais également d'organe de contrôle. La construction en cours du premier planétarium du Sénégal et d'un mini-observatoire de recherche astronomique semble également indiquer que la culture scientifique prend une importance croissante.

Une loi adoptée en décembre 2014 devrait également contribuer à stimuler la recherche : cette loi crée en effet un conseil d'administration pour les universités, dont la moitié des membres devront être extérieurs à l'université (représentants du secteur privé, par exemple).

Autre évolution récente : la création d'une Direction générale de la recherche en 2014. Rattachée au Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche, elle est chargée d'organiser et de coordonner la recherche au niveau national, en particulier les travaux menés par les universités et les instituts de recherche universitaires. Le ministère s'appuie sur l'Agence nationale de la recherche scientifique appliquée, l'Académie nationale des sciences et techniques du Sénégal et l'Agence sénégalaise pour la propriété industrielle et l'innovation technologique pour encourager la recherche sénégalaise.

Certaines institutions nationales de recherche relèvent d'autres ministères, notamment l'Institut de technologie alimentaire (Ministère de l'industrie et des mines), l'Institut sénégalais de recherches agricoles et l'Institut national de pédologie (Ministère de l'agriculture).

Le Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche a mis en place un programme de promotion des transferts de technologies par le biais de centres de recherche et d'essais (CRE). L'objectif de ces centres est de vulgariser les travaux de recherche innovants qui améliorent le bien-être social.

Plusieurs fonds de recherche, dont un réservé aux femmes

Le secteur public utilise divers instruments pour financer la recherche :

- Le Fonds d'impulsion pour la recherche scientifique et technique, mis en place en 1973 et transformé en 2015 en Fonds national de la recherche et de l'innovation ;
- Le Projet d'appui à la promotion des enseignantes-chercheures du Sénégal (2013), qui ne subventionne que des femmes ;
- Le Fonds national de recherches agricoles et agroalimentaires, créé en 1999, qui finance la recherche et la commercialisation des résultats de recherche pour les utilisateurs ;
- Le Fonds de publication scientifique et technique, mis en place dans les années 1980.

SIERRA LEONE



Un pays à revenu intermédiaire, inclusif et vert d'ici 2035

La Sierra Leone aspire également à devenir « un pays à revenu intermédiaire, inclusif et vert d'ici 2035 », pour reprendre les termes de sa feuille de route *Agenda pour la prospérité 2013-2018*[19]. Si le PIB par habitant n'est actuellement que de 809 dollars des États-Unis par an, le fait que le PIB ait progressé de 20,1 % en 2013 est porteur d'espoir quant à la réalisation de cet objectif. La Sierra Leone a évidemment dû faire face à l'épidémie d'Ebola qui a tué environ 95 professionnels de la santé, venant cruellement rappeler l'insuffisance des infrastructures sanitaires (à peine un médecin pour 50 000 personnes).

Parmi les différents objectifs de l'*Agenda pour la prospérité* à l'horizon 2035, plusieurs dépendront de la science et de la technologie :

- Assurer des services de santé dans un rayon de 10 kilomètres autour de chaque village ;
- Se doter d'infrastructures modernes disposant de sources d'énergie fiables ;
- Disposer de TIC à la hauteur des normes mondiales (seul 1,7 % de la population avait accès à Internet en 2013) ;
- Encourager une croissance portée par le secteur privé en créant des produits à valeur ajoutée ;
- Mettre en place un système de gestion de l'environnement efficace afin de protéger la biodiversité et de pouvoir anticiper les catastrophes environnementales ;
- Devenir un modèle en matière d'exploitation responsable et efficace des ressources naturelles.

En 2006, le Ministère de l'éducation, de la science et de la technologie a engagé un processus participatif pour l'élaboration du *Plan sectoriel de l'éducation de la Sierra Leone pour 2007-2015 : feuille de route vers un avenir meilleur*. *Ce Plan* entend développer les ressources humaines à partir de la base de la pyramide. Malgré cette intention louable, les dépenses publiques afférentes à l'éducation ne sont passées que de 2,6 % à 2,9 % du PIB entre 2007 et 2012. De même, la part consacrée à l'enseignement supérieur n'a guère augmenté, passant de 19 à 22 % de l'ensemble du budget alloué à l'éducation (soit 0,7 % du PIB en 2012). Le *Plan* du ministère prévoyait une augmentation des inscriptions d'étudiants, censées passer d'ici 2015 à 15 000 dans les universités publiques et à 9 750 dans les institutions privées et à distance proposant des formations professionnelles, notamment pour les enseignants (Ministère de l'éducation, de la science et de la technologie, 2007).

L'Université de Fourah Bay, fondée en 1827, est la plus ancienne université de type occidental en Afrique de l'Ouest. Elle fait actuellement partie de l'Université de la Sierra Leone, seule université du pays disposant d'une Faculté d'ingénierie et d'une Faculté de sciences pures et de sciences appliquées.

19. Ce document s'inscrit dans le prolongement de l'*Agenda pour le changement 2007-2012.*

TOGO



Une première politique de STI

En juin 2014, le Togo a pris une initiative majeure avec l'élaboration de sa première *Politique nationale en science, technologie et innovation* et du plan d'action destiné à sa mise en œuvre. Un Conseil présidentiel sur l'avenir de l'enseignement supérieur et de la recherche a également été mis en place à la suite d'une concertation nationale. Les domaines de recherche prioritaires identifiés par le Togo sont si divers qu'ils englobent presque toutes les disciplines scientifiques, de l'agriculture à la médecine en passant par les sciences naturelles, les sciences humaines, les sciences sociales, les sciences de l'ingénieur et la technologie.

Le Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche est responsable de la mise en œuvre de la politique scientifique, en collaboration avec la Direction de la recherche scientifique et technique, qui est chargée de la coordination et de la planification.

Le Togo n'a pas de politique sur les biotechnologies mais dispose en revanche d'un Cadre national de biosécurité. En avril 2014, le Ministère de l'environnement et des ressources forestières a organisé un atelier consultatif afin de s'assurer que la version révisée de la loi togolaise sur la biosécurité soit en adéquation avec les réglementations et les meilleures pratiques internationales en la matière (encadré 18.1).

Les principaux centres de recherche du Togo sont les Universités de Lomé et de Kara, ainsi que l'Institut togolais de recherche agronomique, qui gère un service de vulgarisation. En revanche, le pays ne dispose à ce jour d'aucune structure encourageant la recherche et les transferts de technologies, ni des financements nécessaires pour assurer le fonctionnement d'une telle structure.

Le pays est confronté à toute une série de difficultés : des laboratoires mal équipés (voire totalement démunis), un environnement de travail peu attrayant pour les scientifiques et un manque criant d'information.

CONCLUSION

Les réseaux de recherche ont besoin de financements durables

Le grand objectif de développement des pays de la CEDEAO est de parvenir au statut de pays à revenu intermédiaire (tranche inférieure ou supérieure). Cette ambition se retrouve dans leurs politiques et leurs plans de développement respectifs. Même pour les pays ayant déjà atteint cette catégorie de revenus, l'enjeu fondamental consiste à diversifier l'économie et à s'assurer que la création de richesses a des retombées positives sur la vie des citoyens. Le développement passe par la construction de routes et d'hôpitaux, l'extension des voies ferrées, l'installation de télécommunications, la mise en place d'un réseau énergétique responsable et fiable, l'amélioration de la productivité agricole, la production de marchandises à valeur ajoutée, l'amélioration des systèmes d'assainissement, etc. Chacun de ces domaines fait appel à la science ou à l'ingénierie, voire aux deux.

Les pays ont déployé d'importants moyens pour développer leurs réseaux universitaires et de recherche. Ces institutions ne doivent pas rester des coquilles vides. Il s'agit de les soutenir et de les doter de personnel compétent, capable de dispenser un enseignement de qualité et de mener des travaux de recherche créatifs répondant aux problèmes socioéconomiques et aux besoins du marché. Cela suppose un investissement durable. À cet égard, l'impôt sur les entreprises mis en place par le Nigéria afin de moderniser les universités constitue un modèle de financement intéressant, qui pourrait être reproduit dans d'autres pays d'Afrique de l'Ouest accueillant des multinationales.

Les pays de la CEDEAO élaborent des politiques et des programmes sophistiqués, mais il leur faut également les mettre en œuvre, les financer et en assurer le suivi de façon à pouvoir mesurer les progrès accomplis et adapter les plans ultérieurs à l'évolution de la situation. De nouveaux programmes scientifiques bien conçus et correctement financés commencent à voir le jour, notamment les Centres d'excellence africains (tableau 18.1). Espérons que ces programmes instaureront une dynamique qui produira un impact durable dans ces pays et dans l'ensemble de la sous-région.

Selon nous, cinq grands défis devront être relevés dans les années à venir. Les États de l'Afrique de l'Ouest devront :

- Investir davantage dans l'enseignement des sciences et de l'ingénierie, afin de se doter de la main-d'œuvre qualifiée dont ils ont besoin pour accéder au statut de pays à revenu intermédiaire d'ici 20 ans (le nombre d'ingénieurs et de chercheurs en agronomie étant particulièrement faible dans la plupart des pays) ;
- Élaborer des politiques nationales viables en matière de science et de technologie : ces politiques devraient s'accompagner d'un plan de mise en œuvre prévoyant une évaluation de celle-ci et un mécanisme de financement efficace pour la recherche et la commercialisation des résultats de recherche ;
- Redoubler d'efforts pour atteindre l'objectif national de consacrer 1 % de leur PIB à la R&D s'ils entendent bien accéder au statut de pays à revenu intermédiaire d'ici 20 ans ; en investissant davantage, les gouvernements pourraient permettre aux chercheurs de travailler sur des sujets d'intérêt national plutôt que sur des sujets proposés par les donateurs ;
- Encourager les entreprises à participer plus activement à la R&D, afin de stimuler la demande de production de connaissances et de développement technologique, tout en réduisant la pression budgétaire exercée sur les gouvernements, qui assurent souvent l'essentiel du financement de la R&D avec les donateurs ; dans ce contexte, les gouvernements qui ne l'ont pas encore fait devront mettre en place des fonds nationaux afin d'aider les innovateurs locaux à protéger leurs droits de propriété intellectuelle, ainsi que le recommande ECOPOST ; ils pourront également autoriser des représentants du secteur privé à siéger aux conseils d'administration des universités et des instituts de recherche, comme l'a fait le Sénégal (voir p. 494), adopter des incitations fiscales afin de favoriser l'innovation, créer des parcs scientifiques et technologiques et des incubateurs d'entreprises afin d'encourager les start-up, et mettre en place des partenariats public-privé et des subventions de recherche afin d'encourager la recherche collaborative entre le gouvernement, l'industrie et les universités dans les domaines prioritaires ;
- Encourager la collaboration et les échanges intrarégionaux entre les chercheurs d'Afrique de l'Ouest, tout en maintenant des partenariats en dehors de la sous-région, afin de garantir la qualité et l'impact de la production scientifique ; le projet des Centres d'excellence africains et les centres d'excellence de l'UEMOA représentent pour les chercheurs de toute la région une occasion inespérée d'unir leurs compétences en vue de résoudre des problèmes de développement communs et de répondre aux besoins du marché.

OBJECTIFS PRINCIPAUX DE L'AFRIQUE SUBSAHARIENNE

- Porter les DIRD à 1 % du PIB dans tous les pays de la CEDEAO ;
- Porter la part des dépenses publiques consacrées à l'agriculture à 10 % du PIB dans tous les pays de la CEDEAO ;
- Mettre en place un fonds national dans chaque pays de la CEDEAO afin d'aider les innovateurs locaux à protéger leurs droits de propriété intellectuelle ;
- Créer une zone de libre-échange et une union douanière dans chaque communauté économique régionale d'ici 2017 et sur l'ensemble du continent d'ici 2019 ;
- Établir un marché commun africain opérationnel à l'échelle du continent d'ici 2023 ;
- Mettre en place une union économique et monétaire à l'échelle du continent d'ici 2028, ainsi qu'un parlement et une monnaie unique gérée par la Banque centrale africaine.

RÉFÉRENCES

AOSTI (2014) *Assessment of Scientific Production in the African Union, 2005-2010*. Observatoire africain pour la science, la technologie et l'innovation : Malabo, 84 pages.

APCN (2014) *Perspectives de l'innovation africaine 2014*. Agence de planification et de coordination du Nouveau partenariat pour le développement de l'Afrique : Pretoria, 208 pages.

APCN (2011) *Perspectives de l'innovation africaine 2011*. Agence de planification et de coordination du Nouveau partenariat pour le développement de l'Afrique : Pretoria.

BAD, OCDE et PNUD (2014) *Perspectives économiques en Afrique 2014*, Banque africaine de développement, Organisation de coopération et de développement économiques et Programme des Nations Unies pour le développement.

CEDEAO (2011a) *Politique en matière de science et de technologie de la CEDEAO : ECOPOST*. Communauté économique des États de l'Afrique de l'Ouest.

CEDEAO (2011b) *Vision 2020 de la CEDEAO : vers une communauté démocratique et prospère.* Communauté économique des États de l'Afrique de l'Ouest.

Essayie, F. et Buclet, B. (2013) *Synthèse : Atelier-rencontre sur l'efficacité de la R&D au niveau des politiques et pratiques institutionnelles en Afrique francophone*, 8-9 octobre 2013, Dakar. Organisation de coopération et de développement économiques.

Gaillard, J. (2010) *État des lieux du système national de recherche scientifique et technique du Bénin.* Études de politique scientifique. UNESCO : Trieste, 73 pages.

ISSER (2014) *The State of the Ghanaian Economy in 2013*. Institut de recherche statistique, économique et sociale. Université du Ghana : Legon.

Juma, C. et Serageldin, I. (2007) *Freedom to Innovate: Biotechnology in Africa's Development.* Rapport du Groupe de haut niveau sur les biotechnologies modernes.

Ministère de l'éducation, de la science et de la technologie (2007) *Education Sector Plan – A Road Map to a Better Future, 2007-2015*. Ministère de l'éducation, de la science et de la technologie de la Sierra Leone : Freetown.

Ministère de l'éducation nationale et de la recherchescientifique (2007) *Description du programme sectoriel de l'éducation 2008-2015*. Ministère de l'éducation nationale et de la recherche scientifique de la Guinée : Conakry. Voir http://planipolis.iiep.unesco.org.

Ministère de l'enseignement supérieur, de la recherche, de la science et de la technologie (2013) *National Science, Technology and Innovation Policy*. Ministère de l'enseignement supérieur, de la recherche, de la science et de la technologie de la Gambie : Banjul.

Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche (2013a) *Décisions présidentielles relatives à l'enseignement supérieur et à la recherche.* Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche du Sénégal : Dakar, 7 pages.

Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche (2013b) *Plan de développement de l'enseignement supérieur et de la recherche, 2013-2017.* Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche du Sénégal : Dakar, 31 pages.

Ministère de l'environnement, des sciences et de la technologie (2010) *National Science, Technology and Innovation Policy*. Ministère de l'environnement, des sciences et de la technologie du Ghana : Accra.

Ministère des enseignements secondaire, supérieur et de la recherche scientifique (2009) *Document de politique nationale de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique.* Ministère des enseignements secondaire, supérieur et de la recherche scientifique du Mali : Bamako. Voir http://planipolis.iiep.unesco.org.

Ministère de la recherche scientifique et de l'innovation (2012) *Politique nationale de recherche scientifique et technique*. Ministère de la recherche scientifique et de l'innovation du Burkina Faso : Ouagadougou.

Nair–Bedouelle, S., Schaaper, M. et Shabani, J. (2012) *Challenges, Constraints and the State of Science, Technology and Innovation Policy in African Countries.* UNESCO : Paris.

Oye Ibidapo, O. (2012) *Review of the Nigerian National System of Innovation.* Ministère fédéral des sciences et des technologies du Nigéria : Abuja.

République du Libéria (2012) *Agenda for Transformation: Steps Towards Liberia Rising 2030.* Monrovia.

University World News (2014) Effective research funding could accelerate growth, *Journal of Global News on Higher Education.* Février, n° 306.

Van Lill, M. et Gaillard, J. (2014) *Science-granting Councils in sub-Saharan Africa. Country report: Côte d'Ivoire.* Université de Stellenbosch (Afrique du Sud).

George Owusu Essegbey, né en 1959 au Ghana, est titulaire d'un doctorat en sciences du développement de l'Université de Cape Coast au Ghana. Il occupe depuis 2007 le poste de directeur de l'Institut de recherche sur les politiques scientifiques et technologiques du Conseil pour la recherche scientifique et industrielle du Ghana. Ses recherches portent principalement sur le développement et les transferts de technologies, les nouvelles technologies, l'agriculture, l'industrie et l'environnement.

Nouhou Diaby, né en 1974 au Sénégal, est titulaire d'un doctorat en géosciences et environnement délivré par l'Université de Lausanne, en Suisse. Il travaille actuellement à Dakar comme conseiller technique auprès du Ministre de l'enseignement supérieur et de la recherche. Il enseigne également à l'Université de Ziguinchor et à l'Institut des Sciences de l'environnement de l'Université Cheikh Anta Diop. Il est point focal pour le Sénégal au sein de l'Observatoire mondial des instruments de politique de STI (GO→SPIN) de l'UNESCO.

Almamy Konté, né en 1959 au Sénégal, est titulaire d'un doctorat de physique délivré par l'Université Cheikh Anta Diop de Dakar. Il travaille sur les politiques d'innovation au sein de l'Observatoire africain pour la science, la technologie et l'innovation à Malabo (Guinée équatoriale). Il a plus de dix ans d'expérience dans la recherche et l'enseignement dans son domaine d'expertise.

La plupart des pays ont fondé leurs documents de planification à long terme (« vision ») sur l'utilisation de la science, de la technologie et de l'innovation (STI) comme moteur du développement.

Kevin Urama, Mammo Muchie et **Remy Twiringiyimana**



Un adolescent fait ses devoirs à l'aide d'un livre illuminé par une seule ampoule LED, en juillet 2015. Les clients paient le panneau solaire qui alimente leur éclairage LED par des versements réguliers à M-Kopa, un fournisseur de systèmes d'éclairage à l'énergie solaire de Nairobi. Les paiements sont effectués via un système de virement par téléphone mobile.
Photo : © Waldo Swiegers/Bloomberg via Getty Images

19. Afrique orientale et centrale

Burundi, Cameroun, Comores, Djibouti, Érythrée, Éthiopie, Gabon, Guinée équatoriale, Kenya, Ouganda, République centrafricaine, République du Congo, Rwanda, Somalie, Soudan du Sud, Tchad

Kevin Urama, Mammo Muchie et Remy Twiringiyimana

INTRODUCTION

Des résultats économiques mitigés

La plupart des 16 pays d'Afrique orientale et centrale étudiés dans le présent chapitre sont classés par la Banque mondiale parmi les économies à faible revenu. Le Cameroun, Djibouti, la République du Congo et le Soudan du Sud, nouveau venu, font figure d'exceptions. Ce dernier a rejoint en 2014 la catégorie des pays à revenu intermédiaire de la tranche inférieure dans laquelle se classaient déjà ses trois voisins. La Guinée équatoriale est le seul pays à revenu élevé de la région, mais cette classification masque d'importantes variations des niveaux de revenu : la pauvreté est répandue et l'espérance de vie à la naissance est l'une des plus faibles de la région, à 53 ans (tableau 19.1).

Tous les pays entrent dans la catégorie des pays pauvres très endettés, sauf quatre : Djibouti, la Guinée équatoriale, le Kenya et le Soudan du Sud. La pauvreté et un chômage élevé sont endémiques dans la région. L'espérance de vie oscille entre 50 et 64 ans, un indicateur fort des défis du développement que la région doit relever.

La conjoncture économique de la région présente un tableau mitigé depuis 2010. Plusieurs pays ont réussi à augmenter le taux de croissance de leur PIB, ou du moins à le maintenir à son niveau de 2004-2009 : le Burundi, les Comores, l'Érythrée, le Kenya et le Tchad. Deux ont enregistré des taux de croissance parmi les plus élevés d'Afrique (le Cameroun et l'Éthiopie), et un autre a atteint une croissance record de 24 % au cours de sa première année d'existence : le Soudan du Sud. À noter que deux de ces pays seulement exportent du pétrole : le Soudan du Sud et le Tchad.

Cinq des 12 premiers pays producteurs de pétrole du continent sont situés en Afrique orientale et centrale (figure 19.1). Avec la baisse du cours du Brent depuis mi-2014, la croissance économique devrait ralentir dans les pays d'Afrique exportateurs de pétrole, car ils disposent de moins de réserves que les États du Golfe pour assurer la soudure jusqu'à la remontée des cours. Plusieurs suggestions ont été émises par les analystes pour expliquer la dévaluation actuelle des sources de pétrole conventionnelles. D'une part, les politiques en faveur d'une énergie propre ont encouragé le développement de technologies plus sobres en carburant, y compris dans l'industrie automobile. Parallèlement, les développements technologiques relatifs à la fracturation hydraulique et au forage horizontal ont rendu rentable l'extraction du pétrole à partir de sources non conventionnelles : roches non poreuses (pétrole de schiste aux États-Unis, sables bitumineux au Canada), gisements en haute mer (la plupart des pays en découvrent désormais) ou biocarburants (Brésil et autres). Les cours mondiaux du pétrole, élevés jusqu'à il y a peu, ont permis aux pays qui investissaient dans ces technologies d'accaparer une part de plus en plus importante du marché mondial. Ce phénomène fait ressortir la nécessité, pour les pays africains producteurs de pétrole, d'investir dans la science et la technologie (S&T) afin de préserver leur propre compétitivité sur la scène internationale.

Fragilité et conflits dans la moitié de la région

La région rencontre d'autres obstacles au développement (conflits civils, activisme religieux, persistance de maladies mortelles telles que le paludisme ou le VIH, etc.) qui pèsent lourdement sur les systèmes de santé nationaux et sur la productivité économique. La mauvaise gouvernance et la corruption sapent l'activité économique et les investissements étrangers dans plusieurs pays. Ceux qui obtiennent de mauvais résultats à l'Indice de perception de la corruption de Transparency International ont également tendance à se retrouver au bas du classement de l'Indice Ibrahim de la gouvernance africaine (tableau 19.1), à l'image du Burundi, de l'Érythrée, de la République centrafricaine, de la République du Congo, de la Somalie, du Soudan du Sud et du Tchad. Fait intéressant, pour ces deux indicateurs, le meilleur élève d'Afrique orientale et centrale est le Rwanda.

Sept pays sont classés par la Banque mondiale parmi les États « fragiles et en proie à des conflits » : le Burundi, les Comores, l'Érythrée, la République centrafricaine, la Somalie, le Soudan du Sud et le Tchad. La République centrafricaine et le Soudan du Sud, en particulier, ont connu ces dernières années les ravages de la guerre civile. Ces conflits tendent à se répercuter sur leurs voisins, à cause notamment de l'interruption des échanges commerciaux, de l'afflux de réfugiés aux frontières ou de la recrudescence des agressions transfrontalières. Ainsi, les habitants du Soudan du Sud ont cherché l'asile en Ouganda, et la secte de Boko Haram (littéralement « les livres occidentaux sont interdits »), auteur depuis le Nigéria d'incursions violentes au Cameroun et au Niger voisins, met en péril la route commerciale entre le Cameroun et le Tchad.

Dans le même temps, l'économie du Kenya a souffert des attentats terroristes perpétrés par la milice Al Shabaab, qui nuisent, en particulier, à l'importante industrie touristique du pays. En avril 2015, cette milice a massacré 148 étudiants et membres du personnel de l'Université de Garissa, seul établissement universitaire du nord du pays, qui avait ouvert en 2011. De l'autre côté de la frontière, la Somalie est engagée dans un processus fragile de consolidation de la paix et de renforcement de l'État, après vingt ans d'insécurité et d'instabilité politique qui ont ruiné son économie.

L'économie centrafricaine subit des pertes considérables depuis fin 2012, date à laquelle des groupes rebelles ont pris le contrôle de plusieurs villes au centre et au nord du pays. Malgré le déploiement de forces de maintien de la paix par l'Union africaine, les Nations Unies et la France, puis la signature d'une trêve en juin 2014, la situation reste volatile. Au cours des 10 premières années de ce siècle, la République centrafricaine avait pourtant connu une croissance positive, quoiqu'irrégulière.

La conjoncture économique du Soudan du Sud est largement liée à ses exportations de pétrole, qui ont beaucoup fluctué en raison

Tableau 19.1 : **Indicateurs socioéconomiques de l'Afrique subsaharienne, 2014 ou année la plus proche**

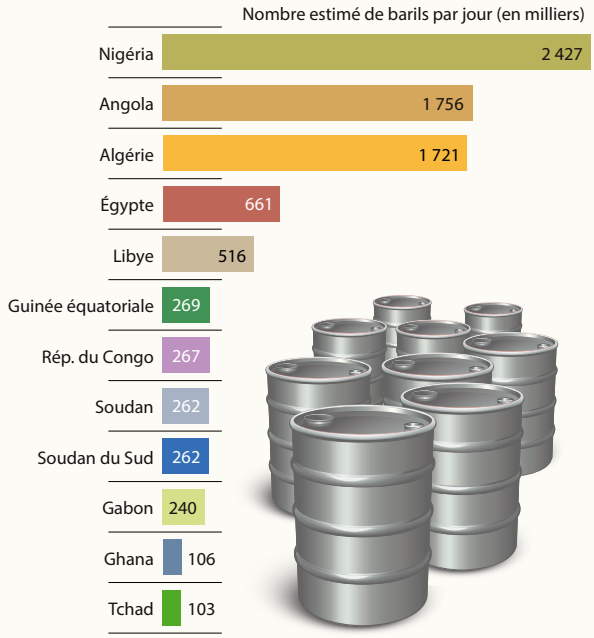
	Population (en milliers), 2014	Croissance annuelle de la population (%), 2014	Espérance de vie à la naissance (en années), 2013	PIB par habitant (en dollars PPA), 2013	Croissance du PIB (%), 2013	Nombre de produits représentant plus de 75 % des exportations, 2012	Indice Ibrahim de la gouvernance africaine, 2014	Accès à des installations sanitaires améliorées (%), 2011	Accès à des points d'eau améliorés (%), 2011	Accès à l'électricité (%), 2011	Accès à Internet, par centaine d'habitants, 2013	Abonnements à la téléphonie mobile, par centaine d'habitants, 2013
Afrique du Sud	53 140	0,69	56,7	12 867	2,21	83	4	58,0	81,3	84,7	48,90	145,64
Angola	22 137	3,05	51,9	7 736	6,80	1	44	88,6	93,9	99,4	19,10	61,87
Bénin	10 600	2,64	59,3	1 791	5,64	9	18	5,0	57,1	28,2	4,90	93,26
Botswana	2 039	0,86	47,4	15 752	5,83	2	3	38,6	91,9	45,7	15,00	160,64
Burkina Faso	17 420	2,82	56,3	1 684	6,65	3	21	7,7	43,6	13,1	4,40	66,38
Burundi	10 483	3,10	54,1	772	4,59	3	38	41,7	68,8	–	1,30	24,96
Cabo Verde	504	0,95	74,9	6 416	0,54	8	2	–	–	–	37,50	100,11
Cameroun	22 819	2,51	55,0	2 830	5,56	6	34	39,9	51,3	53,7	6,40	70,39
Comores	752	2,36	60,9	1 446	3,50	2	30	17,7	87,0	–	6,50	47,28
Côte d'Ivoire	20 805	2,38	50,8	3 210	8,70	10	47	14,9	76,0	59,3	2,60	95,45
Djibouti	886	1,52	61,8	2 999	5,00	7	35	$61,4^{+1}$	$92,1^{+1}$	–	9,50	27,97
Érythrée	6 536	3,16	62,8	1 196	1,33	1	50	9,2	42,6	31,9	0,90	5,60
Éthiopie	96 506	2,52	63,6	1 380	10,49	6	32	2,4	13,2	23,2	1,90	27,25
Gabon	1 711	2,34	63,4	19 264	5,89	1	27	–	–	60,0	9,20	214,75
Gambie	1 909	3,18	58,8	1 661	4,80	4	23	–	75,8	–	14,00	99,98
Ghana	26 442	2,05	61,1	3 992	7,59	6	7	7,0	54,4	72,0	12,30	108,19
Guinée	12 044	2,51	56,1	1 253	2,30	2	42	8,3	52,4	–	1,60	63,32
Guinée-Bissau	1 746	2,41	54,3	1 407	0,33	1	48	–	35,8	–	3,10	74,09
Guinée équatoriale	778	2,74	53,1	33 768	–4,84	2	45	–	–	–	16,40	67,47
Kenya	45 546	2,65	61,7	2 795	5,74	56	17	24,6	42,7	19,2	39,00	71,76
Lesotho	2 098	1,10	49,3	2 576	5,49	6	10	–	–	19,0	5,00	86,30
Libéria	4 397	2,37	60,5	878	11,31	8	31	–	–	–	4,60	59,40
Madagascar	23 572	2,78	64,7	1 414	2,41	30	33	7,9	28,6	14,3	2,20	36,91
Malawi	16 829	2,81	55,2	780	4,97	5	16	9,6	42,1	7,0	5,40	32,33
Mali	15 768	3,00	55,0	1 642	2,15	2	28	15,3	28,1	–	2,30	129,07
Maurice	1 249	0,38	74,5	17 714	3,20	35	1	88,9	99,2	99,4	39,00	123,24
Mozambique	26 473	2,44	50,2	1 105	7,44	9	22	8,5	33,6	20,2	5,40	48,00
Namibie	2 348	1,92	64,3	9 583	5,12	8	6	23,6	67,2	60,0	13,90	118,43
Niger	18 535	3,87	58,4	916	4,10	3	29	4,8	34,3	–	1,70	39,29
Nigéria	178 517	2,78	52,5	5 602	5,39	1	37	36,9	45,6	48,0	38,00	73,29
Ouganda	38 845	3,31	59,2	1 674	3,27	17	36	26,2	41,6	14,6	16,20	44,09
République centrafricaine	4 709	1,99	50,1	604	-36,00	4	51	14,6	58,8	–	3,50	29,47
Rép. dém. du Congo	69 360	2,70	49,9	809	8,48	4	40	17,0	43,2	9,0	2,20	41,82
Rép. du Congo	4 559	2,46	58,8	5 868	3,44	1	41	–	–	37,8	6,60	104,77
Rwanda	12 100	2,71	64,0	1 474	4,68	5	11	30,2	60,3	–	8,70	56,80
Sao Tomé-et-Principe	198	2,50	66,3	2 971	4,00	6	12	–	–	–	23,00	64,94
Sénégal	14 548	2,89	63,4	2 242	2,80	25	9	35,1	59,9	56,5	20,90	92,93
Seychelles	93	0,50	74,2	24 587	5,28	4	5	97,1	96,3	–	50,40	147,34
Sierra Leone	6 205	1,84	45,6	1 544	5,52	4	25	10,9	36,7	–	1,70	65,66
Somalie	10 806	2,91	55,0	–	–	4	52	–	–	–	1,50	49,38
Soudan du Sud	11 739	3,84	55,2	2 030	13,13	1	–	–	–	–	–	25,26
Swaziland	1 268	1,45	48,9	6 685	2,78	21	24	48,5	38,9	–	24,70	71,47
Tanzanie	50 757	3,01	61,5	2 443	7,28	27	19	6,6	55,0	15,0	4,40	55,72
Tchad	13 211	2,96	51,2	2 089	3,97	1	49	7,8	39,8	–	2,30	35,56
Togo	6 993	2,55	56,5	1 391	5,12	11	15	13,2	48,4	26,5	4,50	62,53
Zambie	15 021	3,26	58,1	3 925	6,71	3	13	41,3	49,1	22,0	15,40	71,50
Zimbabwe	14 599	3,13	59,8	1 832	4,48	9	46	40,6	79,2	37,2	18,50	96,35

+ *n* = les données correspondent à un nombre *n* d'années après l'année de référence.

Remarque : Ne figurent pas dans la colonne « gouvernance africaine » de ce tableau : l'Algérie (20e), l'Égypte (26e), la Libye (43e), le Maroc (14e), la Mauritanie (39e) et la Tunisie (8e).

Source : Banque mondiale, *Indicateurs du développement dans le monde*, avril 2015 ; pour les exportations : BAD, OCDE et PNUD (2014), *Perspectives économiques en Afrique 2014* ; pour l'indice de la gouvernance africaine : Fondation Mo Ibrahim (2014), *Indice Ibrahim de la gouvernance africaine – Profils de pays*, www.moibrahimfoundation.org ; pour l'eau, l'assainissement et l'électricité : OMS, Banque mondiale, *Indicateurs du développement dans le monde* ; UNICEF, PNUD et Agence internationale de l'énergie, données compilées par l'UNESCO.

Figure 19.1 : **Classement des 12 premiers pays producteurs de pétrole brut en Afrique, 2014**



Source : www.eia.gov.

de l'instabilité nationale et en fonction de l'état des relations politiques avec le Soudan voisin, traversé par les oléoducs destinés à l'exportation. L'an dernier, la Guinée équatoriale a dû composer avec la stagnation des cours mondiaux du pétrole, ce qui a freiné son PIB.

L'Éthiopie est le pays le plus florissant de la région, avec une croissance à deux chiffres qui se maintient depuis plusieurs années. L'Ouganda est un concurrent solide, mais sa croissance semble avoir quelque peu pâti du ralentissement de l'économie mondiale à la suite de la crise financière de 2008-2009. L'Érythrée enregistre pour sa part l'une des plus fortes progressions ; elle a notamment réussi à inverser sa croissance négative avant 2010 pour parvenir à une moyenne de 4,8 % depuis. Dans l'ensemble, la crise mondiale ne semble pas avoir eu un impact majeur durable sur les économies de la région, même si le ralentissement de l'économie chinoise depuis 2014 pourrait causer des soucis aux pays exportateurs de ressources.

L'intégration régionale peut favoriser le développement

La plupart des pays d'Afrique orientale et centrale en sont encore aux prémices de la transition d'une économie agraire traditionnelle vers une économie industrielle moderne, comme en témoigne la contribution généralement importante de l'agriculture au PIB (figure 19.2). Elle représente même plus de la moitié du PIB en République centrafricaine, en Sierra Leone et au Tchad. Le Gabon et la République du Congo font exception à la règle, l'industrie pétrolière éclipsant toute autre activité économique.

Les dépenses publiques dans le domaine de l'agriculture sont souvent assez faibles, avec une part inférieure à 5 % du PIB dans la plupart des pays (tableau 19.2), ce qui a des répercussions évidentes sur les dépenses de R&D agricole, qui font partie de ses sous-ensembles. Jusqu'à présent, trois pays seulement ont atteint l'objectif fixé par la *Déclaration de Maputo* (2003), qui était de consacrer 10 % du PIB à l'agriculture : le Burundi (10 %), le Niger (13 %) et l'Éthiopie (21 %). La part importante de la population active employée dans l'agriculture est un autre indicateur du niveau de développement de ces pays. Le manque de diversification économique handicape à la fois les économies agraires et celles fondées sur les combustibles fossiles, car elles sont souvent très tributaires des ressources naturelles, en particulier pour leurs devises.

Les dépenses publiques de santé sont faibles dans la plupart des pays, sauf au Burundi (4,4 % du PIB en 2013), à Djibouti (5,3 %) et au Rwanda (6,5 %). Ces mêmes pays accordent par ailleurs une place importante à l'éducation (plus de 5 % du PIB), au même titre que les Comores (7,6 % en 2008), la République du Congo (6,2 % en 2010) et le Kenya (6,7 % en 2010).

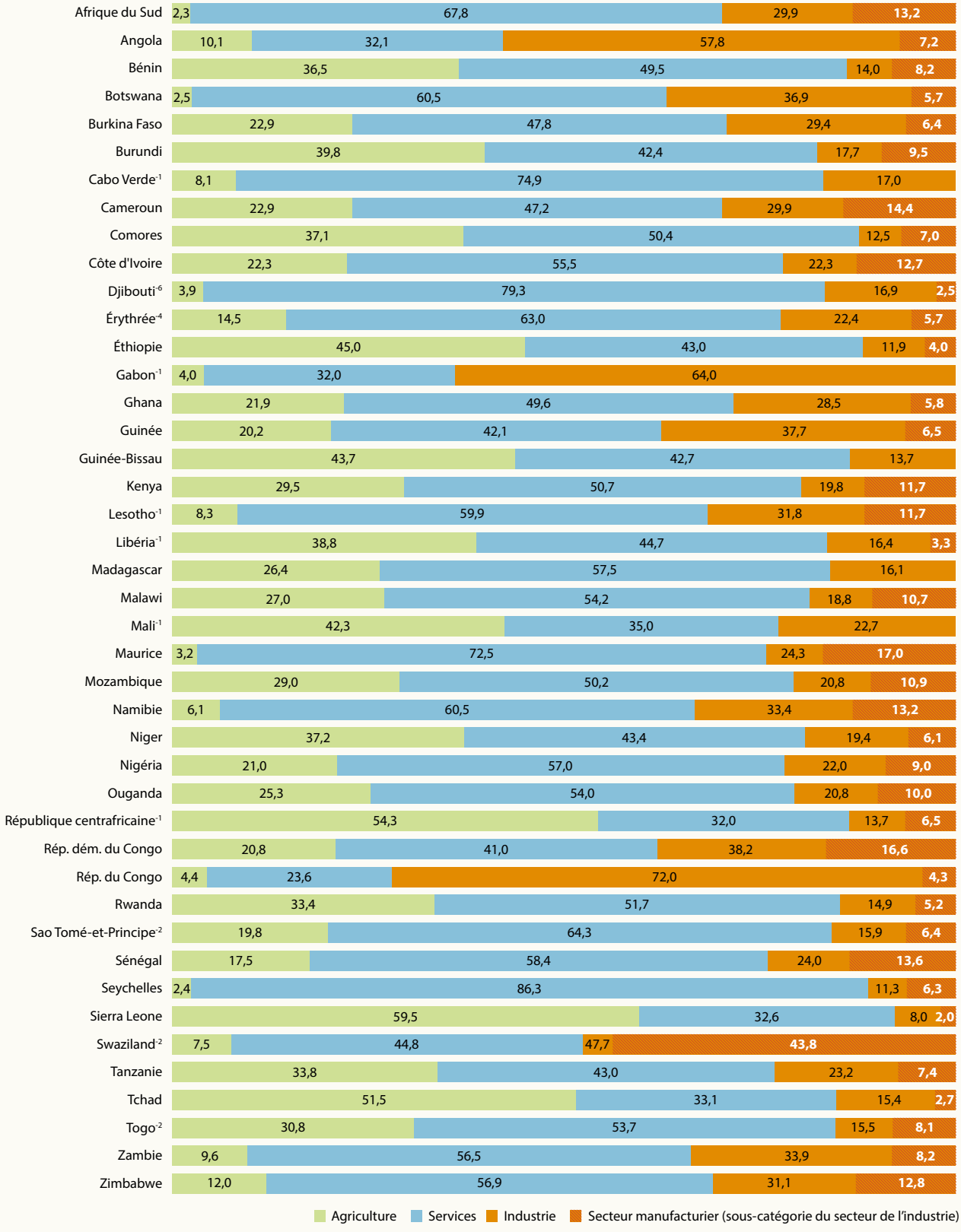
Les dépenses militaires représentent généralement moins de 2 % du PIB dans la région, à l'exception notable du Tchad (2,0 % en 2011), du Burundi (2,2 % en 2013), de la République centrafricaine (2,6 % en 2010), de Djibouti (3,6 % en 2008), de la Guinée équatoriale (4,0 % en 2009) et, surtout, du Soudan du Sud (9,3 % en 2012) [tableau 19.2].

La crédibilité des institutions politiques et des résultats électoraux demeure un défi de taille. En raison des problèmes d'instabilité et de mauvaise gouvernance en Afrique orientale, la région se plaçait au dernier rang des bénéficiaires d'investissements directs étrangers (IDE) en 2008 et 2009. En 2013, les IDE ont surtout ciblé les économies de Djibouti (19,6 % du PIB), de la République du Congo (14,5 %) et de la Guinée équatoriale (12,3 %). Si l'industrie pétrolière était le principal pôle d'attraction de ces deux derniers pays, à Djibouti les IDE ont d'abord afflué vers la zone portuaire, stratégiquement située sur les routes commerciales vers le Moyen-Orient. Les ressources potentielles de la région devraient attirer davantage d'IDE à l'avenir. Parmi les secteurs d'investissement envisagés figurent : l'exploitation pétrolière et minière en Éthiopie, en Ouganda, au Soudan et au Tchad ; l'intensification des réformes économiques et commerciales au Rwanda et de grands projets d'infrastructures, comme le grand barrage de la Renaissance en Éthiopie ou le développement de l'énergie géothermique au Kenya (voir p. 523).

Les échanges intrarégionaux sont importants pour de nombreux pays de petite taille ou enclavés d'Afrique orientale et centrale, mais ils sont fortement entravés par le mauvais état des infrastructures de transport. L'un des principaux défis consistera à créer des liaisons ferroviaires et routières vers les ports afin de mieux relier les pays entre eux et avec l'économie internationale.

L'intégration régionale offre un moyen de relever les défis décrits plus haut. La coopération politique est cependant tout aussi essentielle que la coopération économique, afin non seulement de résoudre les conflits civils, ethniques et transfrontaliers, mais aussi de gérer l'accès aux ressources naturelles s'étendant de part et d'autre des frontières nationales (y compris les bassins hydrographiques) en surmontant les éventuels litiges à ce sujet. La construction en Éthiopie du grand barrage de la Renaissance

Figure 19.2 : **Composition du PIB en Afrique subsaharienne, par secteur économique, 2013 (%)**



n = les données correspondent à un nombre *n* d'années avant l'année de référence.

Remarque : Données non disponibles pour la Gambie, la Guinée équatoriale, la Somalie et le Soudan du Sud.

Source : Banque mondiale, *Indicateurs du développement dans le monde*, avril 2015.

sur le Nil bleu illustre l'importance du dialogue intrarégional. Une fois terminé, il deviendra la plus grande centrale hydroélectrique d'Afrique (6 000 MW) et la huitième au monde. Après les réserves exprimées par l'Égypte, un Comité national tripartite a été créé avec le Soudan. Il s'est réuni pour la première fois en septembre 2014. L'accord de coopération tripartite qui en a découlé, signé à Khartoum le 23 mars 2015, a établi le principe du partage de l'énergie entre les pays aussi bien en amont qu'en aval une fois que le barrage sera terminé. Les 10 points de l'accord ont été débattus en Égypte et en Éthiopie à la mi-2015.

L'intégration régionale offre également une occasion de renforcer la solidarité dans les situations d'urgence. La décision de la Communauté d'Afrique de l'Est d'envoyer un contingent de 600 professionnels de la santé, dont 41 médecins, pour lutter contre l'épidémie d'Ebola en Afrique de l'Ouest en octobre 2014 (voir p. 472) en est une bonne illustration.

Un pas vers l'intégration régionale

Il existe trois communautés économiques régionales principales en Afrique de l'Est : le Marché commun de l'Afrique orientale et australe (COMESA[1]), la Communauté d'Afrique de l'Est (CAE) et l'Autorité intergouvernementale pour le développement (IGAD). On observe de nombreux recoupements entre elles, un grand nombre d'États étant membres de plusieurs blocs commerciaux régionaux. Djibouti, l'Érythrée, l'Éthiopie et le Soudan appartiennent à la fois au COMESA et à l'IGAD, par exemple ; le Burundi et le Rwanda, au COMESA et à la CAE ; et le Kenya et l'Ouganda, aux trois communautés. Certains pays font également partie de la Communauté de développement de l'Afrique australe (SADC), à l'instar de la Tanzanie, membre par ailleurs de la CAE. Ce recoupement pourrait renforcer la coopération régionale, pour autant que les différents blocs coordonnent leurs politiques. L'Union africaine s'est fixé pour objectif de mettre en place une Communauté économique africaine d'ici 2023 (voir encadré 18.2).

La CAE a été créée en 1967, mais elle a disparu en 1977 avant de renaître en 2000. Le COMESA a été créé en 1993 pour succéder à la Zone d'échanges préférentiels des États de l'Afrique de l'Est et d'Afrique australe. Les deux traités fondateurs prévoient une coopération en vue de stimuler la STI. Plusieurs États d'Afrique orientale et centrale ont également conclu des accords bilatéraux de coopération scientifique et technologique avec l'Afrique du Sud, les plus récents étant l'Éthiopie et le Soudan en 2014 (voir tableau 20.5).

Le Conseil interuniversitaire pour l'Afrique de l'Est (IUCEA) a été officiellement intégré au cadre opérationnel de la CAE par l'Assemblée législative de l'Afrique de l'Est en 2009, par le biais d'une loi en ce sens. L'IUCEA a reçu pour mission de mettre en place un Espace commun de l'enseignement supérieur d'ici 2015. Afin d'harmoniser les systèmes éducatifs à ce niveau dans les pays de la CAE, l'IUCEA a créé le Réseau d'assurance qualité d'Afrique de l'Est en 2011, qui prépare une politique régionale et un cadre régional de qualifications pour l'enseignement supérieur. L'IUCEA a également conclu un partenariat avec le Conseil des entreprises de l'Afrique de l'Est en 2011 pour encourager la recherche et l'innovation conjointes du secteur privé et des universités et pour définir les domaines nécessitant une réforme des programmes. Les deux partenaires ont organisé en 2012 à Arusha un premier forum régional réunissant le milieu universitaire et le monde des affaires, sous les auspices de la CAE, puis un second à Nairobi en 2013, avec le concours de la Banque de développement de l'Afrique de l'Est.

Le 1er juillet 2010, les cinq membres de la CAE (le Burundi, le Kenya, l'Ouganda, le Rwanda et la Tanzanie) ont constitué un marché commun. L'accord prévoit la libre circulation des marchandises, de la main-d'œuvre, des services et des capitaux. En 2014, le Kenya, l'Ouganda et le Rwanda ont décidé d'adopter un visa de tourisme unique. Le Kenya, l'Ouganda et la Tanzanie ont également lancé un système de paiement est-africain. Enfin, le 30 novembre 2013, les États membres de la CAE ont signé un Protocole d'union monétaire destiné à établir une monnaie commune dans un délai de 10 ans.

Le *Protocole du Marché commun* de la CAE (2010) contient par exemple des dispositions en faveur de la recherche axée sur le marché, du développement technologique et de l'adaptation des technologies aux besoins de la communauté, dispositions qui visent à promouvoir la production durable des biens et des services et à améliorer la compétitivité au niveau international. Les États doivent collaborer avec la Commission scientifique et technologique d'Afrique de l'Est, entre autres institutions, pour concevoir des mécanismes de commercialisation du savoir autochtone et de protection de la propriété intellectuelle. Les États membres doivent par ailleurs créer un fonds de développement de la recherche et de la technologie chargé de mettre en œuvre les dispositions du protocole. Sont également prévues dans les clauses :

- La promotion des liens entre les industries et les autres secteurs économiques de la CAE ;
- La promotion de la R&D industrielle, ainsi que le transfert, l'acquisition, l'adaptation et le développement des technologies modernes ;
- La promotion d'une industrialisation durable et équilibrée qui réponde aux besoins des États membres les moins industrialisés ;
- La facilitation du développement des micro-, petites et moyennes entreprises (PME) et la promotion des entrepreneurs autochtones ;
- La promotion des industries fondées sur le savoir.

Quatorze des 20 membres du COMESA ont mis en place une zone de libre-échange depuis 2000 (voir encadré 18.2). Cet accord a facilité les échanges dans les secteurs du thé, du sucre et du tabac, en particulier. Les relations industrielles se sont elles aussi considérablement développées : le commerce de produits semi-finis entre États membres devance désormais les échanges de ces biens avec le reste du monde.

1. Pour connaître les membres de ces communautés régionales, voir l'annexe 1. La Tanzanie est présentée dans le chapitre 20, aux côtés des pays de la SADC (voir p. 558).

Tableau 19.2 : **Priorités d'investissement en Afrique subsaharienne, 2013 ou année la plus proche**

	Dépenses militaires (% du PIB), 2013	Dépenses de santé publique (% du PIB), 2013	Dépenses publiques agricoles (% du PIB), 2010	Dépenses publiques d'éducation (% du PIB), 2012	Dépenses du gouvernement pour l'enseignement supérieur (% du PIB) 2012	Dépenses d'enseignement supérieur (% des dépenses publiques totales d'éducation), 2012	Afflux d'IDE (% du PIB), 2013
Afrique du Sud	1,1	4,3	< 5	6,6	0,8	11,9	2,2
Angola	4,9	2,5	< 5	3,5[-2]	0,2[-6]	8,7[-6]	-5,7
Bénin	1,0	2,5	< 5	5,3[-2]	0,8[-2]	15,6[-2]	3,9
Botswana	2,0	3,1	< 5	9,5[-3]	3,9[-3]	41,5[-3]	1,3
Burkina Faso	1,3	3,7	11	3,4[-1]	0,8	20,2[-1]	2,9
Burundi	2,2	4,4	10	5,8	1,2	20,6	0,3
Cabo Verde	0,5	3,2	< 5	5,0[-1]	0,8[-1]	16,6[-1]	2,2
Cameroun	1,3	1,8	< 5	3,0	0,2	7,8	1,1
Comores	–	1,9	–	7,6[-4]	1,1[-4]	14,6[-4]	2,3
Côte d'Ivoire	1,5[-1]	1,9	< 5	4,6[-4]	0,9[-5]	21,0[-5]	1,2
Djibouti	3,6[-5]	5,3	–	4,5[-2]	0,7[-2]	16,5[-2]	19,6
Érythrée	–	1,4	–	2,1[-6]	–	–	1,3
Éthiopie	0,8	3,1	21	4,7[-2]	0,2[-2]	3,5[-2]	2,0
Gabon	1,3	2,1	–	–	–	–	4,4
Gambie	0,6[-6]	3,6	8	4,1	0,3	7,4	2,8
Ghana	0,5	3,3	9	8,1[-1]	1,1[-1]	13,1[-1]	6,7
Guinée	–	1,7	–	2,5	0,8	33,4	2,2
Guinée-Bissau	1,7[-1]	1,1	< 5	–	–	–	1,5
Guinée équatoriale	4,0[-4]	2,7	< 5	–	–	–	12,3
Kenya	1,6	1,9	< 5	6,6[-2]	1,1[-6]	15,4[-6]	0,9
Lesotho	2,1	9,1	< 5	13,0[-4]	4,7[-4]	36,4[-4]	1,9
Libéria	0,7	3,6	< 5	2,8	0,1	3,6	35,9
Madagascar	0,5	2,6	8	2,7	0,4	15,2	7,9
Malawi	1,4	4,2	28	5,4[-1]	1,4[-1]	26,6[-1]	3,2
Mali	1,4	2,8	11	4,8[-1]	1,0[-1]	21,3[-1]	3,7
Maurice	0,2	2,4	< 5	3,5	0,3	7,9	2,2
Mozambique	0,8[-3]	3,1	6	5,0[-6]	0,6[-6]	12,1[-6]	42,8
Namibie	3,0	4,7	< 5	8,5[-2]	2,0[-2]	23,1[-2]	6,9
Niger	1,1[-1]	2,4	13	4,4	0,8	17,6	8,5
Nigéria	0,5	1,1	6	–	–	–	1,1
Ouganda	1,9	4,3	< 5	3,3	0,4	11,5	4,8
République centrafricaine	2,6[-3]	2,0	< 5	1,2[-1]	0,3[-1]	27,3[-1]	0,1
Rép. du Congo	1,1[-3]	3,2	–	6,2[-2]	0,7[+1]	10,9[-2]	14,5
Rép. dém. du Congo	1,3	1,9	–	1,6[-2]	0,4[-2]	24,0[-2]	5,2
Rwanda	1,1	6,5	7	4,8	0,6	13,3	1,5
Sao Tomé-et-Principe	–	2,0	7	9,5[-2]	–	–	3,4
Sénégal	0,002	2,2	14	5,6[-2]	1,4[-2]	24,6[-2]	2,0
Seychelles	0,9	3,7	< 5	3,6[-1]	1,2[-1]	32,5[-1]	12,3
Sierra Leone	0,001	1,7	< 5	2,9	0,7	23,2	3,5
Soudan du Sud	9,3[-1]	0,8	–	0,7[-1]	0,2[-1]	25,3[-1]	–
Swaziland	3,0	6,3	5	7,8[-1]	1,0[-1]	12,8[-1]	0,6
Tanzanie	0,9	2,7	7	6,2[-2]	1,7[-2]	28,3[-2]	4,3
Tchad	2,0[-2]	1,3	6	2,3[-1]	0,4[-1]	16,3[-1]	4,0
Togo	1,6[-2]	4,5	9	4,0	1,0	26,1	1,9
Zambie	1,4	2,9	10	1,3[-4]	0,5[-7]	25,8[-7]	6,8
Zimbabwe	2,6	–	–	2,0[-2]	0,4[-2]	22,8[-2]	3,0

+n/-n = les données correspondent à un nombre *n* d'années avant ou après l'année de référence.

Source : Pour l'éducation, Institut de statistique de l'UNESCO ; pour l'agriculture, ONE.org (2013) *The Maputo Commitments and the 2014 African Union Year of Agriculture* ; pour toutes les autres variables, Banque mondiale, *Indicateurs du développement dans le monde*, avril 2015.

En 2008, le COMESA a accepté d'étendre sa zone de libre-échange aux États membres de la CAE et de la SADC. Des négociations sont en cours en vue d'un accord tripartite de libre-échange entre ces trois communautés régionales à l'horizon 2016.

L'Autorité intergouvernementale pour le développement (IGAD) a été créée en 1996 pour succéder à l'Autorité intergouvernementale pour la lutte contre la sécheresse et pour le développement, qui avait été fondée en 1986 par Djibouti, l'Éthiopie, le Kenya, l'Ouganda, la Somalie et le Soudan après une grave famine. L'Érythrée et le Soudan du Sud y ont adhéré après avoir obtenu leur indépendance, respectivement en 1993 et 2011. Le Centre de prévisions et d'applications climatiques de l'IGAD, basé à Nairobi, au Kenya, et créé en 1989 sous le nom d'Observatoire de la sécheresse, a été pleinement intégré à l'IGAD par le biais d'un protocole connexe en 2007. Outre les huit pays de l'IGAD, le Centre compte parmi ses membres le Burundi, le Rwanda et la Tanzanie. Plus récemment, un Centre régional d'éducation, de formation et de recherche sur les ressources en eaux souterraines pour l'Afrique de l'Est a vu le jour au sein de l'Institut de l'eau du Kenya, à Nairobi, en 2011, sous les auspices de l'UNESCO.

Le programme phare actuel de l'IGAD (2013-2027) vise à renforcer la résilience des communautés, des institutions et des écosystèmes de la région face aux sécheresses d'ici 2027. Les sept axes de ce programme de résilience sont les suivants :

- Ressources naturelles et environnement ;
- Accès aux marchés, commerce et services financiers ;
- Soutien aux moyens de subsistance et services sociaux de base ;
- Recherche, gestion des connaissances et transfert de technologies ;
- Prévention et résolution des conflits et consolidation de la paix ;
- Coordination, développement institutionnel et partenariats.

TENDANCES EN MATIÈRE DE GOUVERNANCE ET DE POLITIQUE DE STI

Un alignement sur la vision à long terme du continent

Les programmes de la CAE, du COMESA et de l'IGAD sont alignés sur ceux du *Plan d'action consolidé de l'Afrique dans le domaine de la science et de la technologie* (CPA, 2005-2014). Lorsque la mise en œuvre de ce dernier a été évaluée en 2012, sur recommandation de la quatrième Conférence ministérielle africaine sur la science et la technologie en Égypte[2] (AMCOST, 2013), les évaluateurs ont relevé que « la région du COMESA a conçu une stratégie d'innovation qui requiert une collaboration étroite entre le COMESA, l'Agence du NEPAD et la Commission de l'Union africaine aux fins de sa mise en œuvre ». En outre, « le CPA a également servi de modèle pour formuler la politique scientifique et technologique de l'IGAD. Dans la Communauté d'Afrique de l'Est, un programme du CPA a été intégré au secteur de la santé, aboutissant au lancement du Programme d'harmonisation de la réglementation des médicaments en Afrique en mars 2012 ».

La SADC et la Communauté économique des États de l'Afrique de l'Ouest (CEDEAO) se sont également approprié le plan d'action : la SADC a ainsi adopté un *Protocole sur la science, la technologie et l'innovation* en 2008 (voir p. 537) et le CPA a inspiré la *Politique en matière de science et de technologie de la CEDEAO* (voir p. 476).

L'examen du CPA a mis au jour des avancées notables dans les domaines suivants :

- Création de quatre réseaux de centres d'excellence dans le cadre de l'Initiative pour les biosciences en Afrique (encadré 19.1), et deux réseaux complémentaires, Bio-Innovate (encadré 19.1) et le Réseau africain d'expertise en biosécurité (voir encadré 18.1) ;
- Création d'un Centre virtuel africain du laser, qui comptait 31 institutions membres en 2012 ;
- Création d'instituts africains de sciences mathématiques (voir encadré 20.3) ;
- Création de réseaux de centres d'excellence sur l'eau en Afrique australe et en Afrique de l'Ouest ;
- Lancement de l'Initiative africaine sur les indicateurs de la science, de la technologie et de l'innovation ;
- Création de l'Observatoire africain de la science, de la technologie et de l'innovation en Guinée équatoriale ;
- Lancement du Programme d'harmonisation de la réglementation des médicaments en Afrique dans la CAE en 2012 ;
- Mise en place de subventions de recherche de l'Union africaine (sur concours), administrées par la Commission de l'Union africaine ; les premier et deuxième appels à propositions, lancés en décembre 2010 et janvier 2012, portaient sur des projets variés (technologies postrécolte et agriculture ; énergies renouvelables et durables ; eau et assainissement ; pêche ; changement climatique, etc.) ;
- Institutionnalisation d'un forum ministériel biennal sur la STI, en partenariat avec l'UNESCO, la Banque africaine de développement, la Commission de l'Union africaine et la Commission économique des Nations Unies pour l'Afrique. Le premier forum s'est tenu à Nairobi en avril 2012, le deuxième à Rabat en octobre 2014.

2. Cette évaluation a été réalisée par un comité de haut niveau composé de scientifiques éminents et soutenu par un groupe d'experts issus de l'Académie africaine des sciences, de la Commission de l'Union africaine, de l'Agence du NEPAD, de la Banque africaine de développement, de la Commission économique pour l'Afrique, de l'UNESCO et du Conseil international pour la science, entre autres.

Encadré 19.1 : **Les réseaux de centres d'excellence en biosciences**

En 2002, le Réseau de biosciences d'Afrique centrale et orientale (BecA) a été la première des quatre plates-formes créées par le NEPAD avec le soutien du gouvernement canadien. Ces plates-formes ont vu le jour dans le cadre de l'Initiative pour les biosciences en Afrique, qui regroupe trois programmes relatifs à la science et à la technologie de la biodiversité, aux biotechnologies et aux systèmes de savoirs autochtones.

Le BecA gère le Fonds africain pour le développement des biosciences, créé en 2010, qui exerce un double rôle de renforcement des capacités et de financement des projets de R&D par voie de concours. Le BecA organise des formations et octroie des bourses aux scientifiques et aux étudiants de deuxième et de troisième cycle issus d'universités et d'organisations nationales africaines de recherche agricole*.

Le BecA lance régulièrement des appels auprès des chercheurs désireux de mettre en œuvre leur projet dans un délai maximal de 12 mois par le biais de la plateforme du réseau, l'Institut international pour la recherche sur l'élevage, à Nairobi. Parmi les domaines de recherche privilégiés figurent : l'amélioration du contrôle des maladies prioritaires du bétail ; la valorisation de la diversité génétique à des fins de conservation, de résistance aux maladies et d'amélioration de la productivité ; la reproduction cellulaire des cultures importantes pour la sécurité alimentaire ; les interactions entre végétaux et microbes ; les cultures orphelines ; le contrôle biologique des parasites, agents pathogènes et mauvaises herbes dans les cultures ; la génomique et la métagénomique ; les graminées fourragères adaptées au changement climatique ; l'agropastoralisme ; et la fertilité des sols.

Plusieurs instituts ont mis leurs installations à la disposition de la plateforme pour un usage régional, notamment l'Université de Buéa (Cameroun), l'Institut éthiopien de recherche agricole, l'Organisation nationale de recherche agricole (Ouganda), l'Institut des sciences et des technologies de Kigali (Rwanda) et l'Université de Nairobi (Kenya).

Le BecA a noué un éventail varié de partenariats, notamment avec le programme des Femmes africaines dans la recherche et le développement agricole (AWARD) et l'Association pour renforcer la recherche agricole en Afrique orientale et centrale (ASARECA). En 2012 et 2013, l'UNESCO a financé la participation de 20 scientifiques de sexe féminin aux ateliers organisés par le réseau dans les domaines de la génomique avancée et de la bio-informatique.

Le réseau Bio-Innovate a vu le jour en 2010, dans le cadre du BecA, pour succéder à BioEARN. Ce réseau encourage le recours aux biosciences pour améliorer la productivité des récoltes et la résilience des petits exploitants agricoles face au changement climatique, ainsi que pour valoriser les bioressources locales en améliorant l'efficacité de l'industrie agroalimentaire. Financé par la Suède, le réseau couvre le Burundi, l'Éthiopie, le Kenya, l'Ouganda, le Rwanda et la Tanzanie.

Une évaluation encourageante

D'après une évaluation du fonds par Dalbert Global Development Advisors publiée en avril 2014, le fonds « s'est beaucoup développé et a eu un impact considérable : près de 500 scientifiques et chercheurs de toute la région en ont ainsi bénéficié au cours des trois dernières années ». Quelque 30 chercheurs ETP devaient recevoir des bourses en 2014, soit autant que l'année précédente. Sur les 250 réponses obtenues dans le cadre du questionnaire des évaluateurs, 90 % donnent au réseau une note élevée de 4,2/5 pour la qualité de ses installations et de ses formations. Un chercheur sur trois (33 %) et 43 % des participants aux ateliers entre 2010 et 2013 étaient des femmes, relève le rapport, des proportions que le réseau souhaiterait porter à 50 %. Le réseau a ainsi « l'occasion unique d'offrir des possibilités de mentorat » aux femmes, sachant que « la production, la transformation et la commercialisation des denrées alimentaires africaines sont en majorité assurées par des femmes ».

Toutefois, il était inquiétant qu'un chercheur sur quatre déclare consacrer plus de 50 % de son temps à des tâches administratives. Le rapport observe par ailleurs que le réseau reste financièrement vulnérable, compte tenu du nombre restreint de donateurs principaux et de l'absence d'éléments probants laissant entendre que les anciens élèves pourraient revenir en nombre à titre d'utilisateurs payants des installations modernes du réseau.

Jusqu'à présent, le programme est essentiellement financé par l'Australie et la Suède, la Fondation Syngenta pour une agriculture durable et la Fondation Bill and Melinda Gates.

Un des quatre réseaux africains de biosciences

Depuis 2005, le NEPAD a créé trois autres réseaux dans le cadre de l'Initiative pour les biosciences en Afrique : le Réseau de l'Afrique australe pour les biosciences (SANbio), dont la plateforme est hébergée par le Conseil pour la recherche scientifique et industrielle à Pretoria (Afrique du Sud) ; le Réseau de l'Afrique de l'Ouest pour les biosciences (WABNet), rattaché à l'Institut sénégalais de recherches agricoles à Dakar (Sénégal) ; et le Réseau de l'Afrique du Nord pour les biosciences (NABNet), basé au Centre de recherche national du Caire (Égypte).

Chaque réseau comporte plusieurs maillons qui coordonnent la R&D dans un domaine donné. Pour SANbio, par exemple, ce sont l'Université du Nord-Ouest en Afrique du Sud (savoir autochtone), l'Université de Maurice (bio-informatique), le Centre national mauricien de recherche sur l'élevage (production animale), l'Université de Namibie (production et commercialisation de champignons pour les communautés rurales), l'Université du Malawi – Collège Bunda (pêche et pisciculture) et le Centre de ressources génétiques végétales de la SADC en Zambie (stockage de gènes). Les programmes de recherche d'autres institutions partenaires au sein de chaque réseau ont également été renforcés.

Source : http://hub.africabiosciences.org ; www.nepad.org/humancapitaldevelopment/abi.

* Dans les pays suivants : Burundi, Cameroun, Érythrée, Éthiopie, Gabon, Guinée équatoriale, Kenya, Madagascar, Ouganda, République centrafricaine, République démocratique du Congo, Rwanda, Sao Tomé-et-Principe, Somalie, Soudan, Soudan du Sud et Tanzanie.

L'évaluation a également identifié les lacunes suivantes, parmi d'autres, dans la mise en œuvre du CPA :

- L'échec du projet de création d'un Fonds africain pour la science et la technologie constitue « l'une des faiblesses flagrantes et typiques du CPA ; les modestes résultats enregistrés doivent être considérés dans ce contexte ». Presque aucun État n'ayant augmenté ses DIRD au niveau fixé de 1 % du PIB, plus de 90 % des fonds mobilisés pour la mise en œuvre du CPA provenaient de donateurs bilatéraux et multilatéraux ;
- Les priorités en matière de STI auraient dû être reliées aux priorités d'autres secteurs du développement pour renforcer leur impact ;
- Une approche différenciée aurait dû être mise en place pour que les pays aux capacités humaines et infrastructurelles restreintes (quand ils se relèvent d'un conflit, par exemple) puissent participer pleinement aux programmes du CPA ;
- L'absence d'objectifs et d'une stratégie solide de suivi et d'évaluation pour contrôler l'avancée de la mise en œuvre se traduit par une démonstration minimale des résultats du CPA. Il aurait fallu établir un cadre de responsabilité solide et opérationnel pour les partenaires de mise en œuvre ;
- Peu d'importance a été accordée à l'évaluation de la contribution des activités de recherche à la satisfaction des besoins en matière d'agriculture, de sécurité alimentaire, d'infrastructures, de santé, de renforcement des capacités humaines et de réduction de la pauvreté ;
- Les recherches récentes sur le savoir autochtone se sont davantage concentrées sur son recensement que sur son exploitation durable ;
- Le CPA n'a pas été correctement relié aux autres stratégies et cadres africains.

Adoptée par l'UA en 2014, la *Stratégie Science, technologie et innovation pour l'Afrique* (STISA-2024) est le premier plan décennal, sur une série de cinq, destiné à accélérer la transition du continent vers une économie fondée sur le savoir et l'innovation d'ici 2063 (*Agenda 2063*). STISA-2024 est axé sur les six domaines prioritaires suivants :

- Éradication de la faim et réalisation de la sécurité alimentaire ;
- Prévention et lutte contre les maladies ;
- Communication (mobilité physique et intellectuelle) ;
- Protection de notre espace ;
- Vivre ensemble/bâtir la Cité ;
- Création de richesses.

Pour atteindre les objectifs relevant de ces six domaines prioritaires, quatre piliers ont été définis :

- Construction ou amélioration des infrastructures de recherche ;
- Amélioration des compétences techniques et professionnelles ;
- Innovation et entrepreneuriat ;
- Création d'un environnement propice au développement de la STI en Afrique.

La STISA-2024 peut s'inspirer de l'évaluation du CPA. Ainsi, il a été considéré qu'un fonds panafricain était indispensable pour maintenir les réseaux de centres d'excellence, inciter les personnes et les institutions créatives à produire et à appliquer la science et la technologie et promouvoir un entrepreneuriat technologique. Si, pour la STISA-2024, « il est urgent de constituer un Fonds africain pour la science, la technologie et l'innovation », le rapport n'établit aucun mécanisme de financement particulier. La Commission de l'Union africaine a néanmoins tenu compte d'une autre des recommandations de l'évaluation en encourageant les États membres à aligner leurs stratégies nationales et régionales sur la STISA-2024.

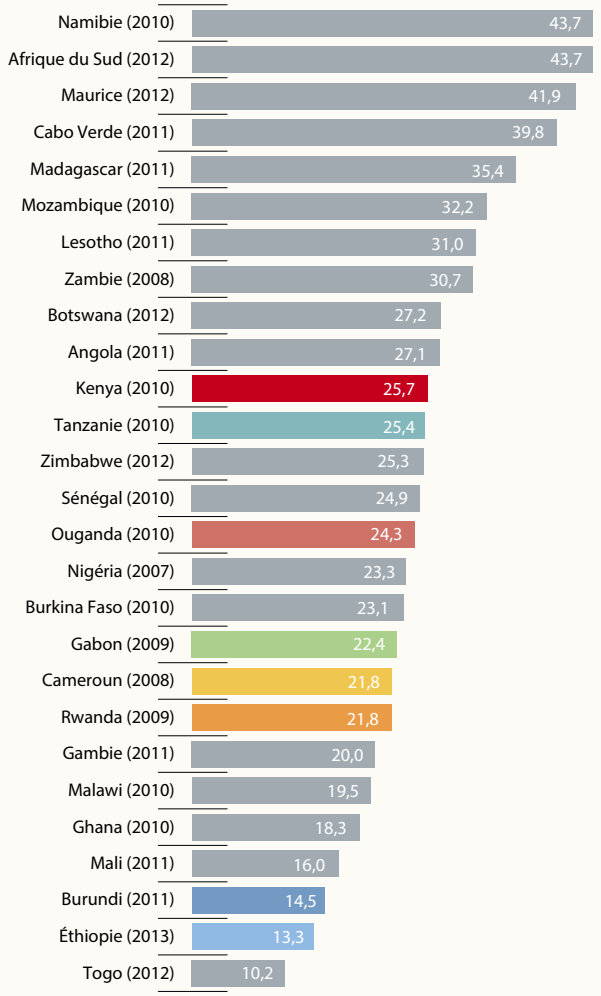
L'égalité des sexes au programme du développement

L'évaluation de 2012 a observé que, malgré l'absence de programme du CPA dans ce domaine, les institutions de mise en œuvre avaient pris des mesures pour promouvoir le rôle des femmes dans la STI. L'une des initiatives citées concerne la création de prix scientifiques régionaux destinés aux femmes (20 000 dollars É.-U.), qui ont récompensé 21 lauréates entre 2009 et 2012. La CAE, la CEDEAO, la SADC et la Communauté économique des États de l'Afrique centrale (CEEAC) ont toutes participé à ces prix.

Plusieurs gouvernements d'Afrique orientale et centrale encouragent également l'intégration de l'égalité des sexes dans leurs politiques et plans de développement. Par exemple :

- La *Vision 2025* du Burundi promet une politique énergique visant à promouvoir l'égalité des sexes et à améliorer la participation des femmes à l'éducation, à la vie politique et au développement économique. En 2011, 14,5 % des chercheurs étaient des femmes (figure 19.3) ;
- Le Tchad s'est doté en 2011 d'une *Politique nationale du genre* que le Ministère de l'action sociale, de la famille et de la solidarité nationale a commencé à mettre en œuvre ;
- En République du Congo, un Ministère de la promotion de la femme et de l'intégration de la femme au développement a été créé en septembre 2012 ;
- En Éthiopie, le *Plan de croissance et de transformation 2011-2015* prévoit de porter à 40 % la proportion d'étudiantes dans les universités. En 2013, 13,3 % des chercheurs étaient des femmes (figure 19.3). Les fonctions de Ministre des sciences et des technologies sont d'ailleurs exercées par une femme, Demitu Hambisa ;
- Le Gabon a adopté en 2010 une *Stratégie nationale d'égalité et d'équité de genre*. En 2009, 22,4 % des chercheurs étaient des femmes (figure 19.3) et, en 2013, 16 % des sièges au Parlement étaient occupés par des femmes (Banque mondiale, 2013) ;
- Au Rwanda, le Ministère du genre et de la promotion de la famille est rattaché à la Primature. La Constitution rwandaise

Figure 19.3 : **Proportion de chercheuses en Afrique subsaharienne, 2013 ou année la plus proche (%)**



Remarque : Données récentes non disponibles pour certains pays.

Source : Institut de statistique de l'UNESCO, avril 2015.

de 2003 prévoyait la création d'un Observatoire du genre qui a vu le jour en 2007. Elle prévoit en outre qu'aucun des deux sexes ne peut occuper moins de 30 % des postes dans les instances de prise de décision, encourageant de fait les Rwandaises à se porter candidates à des postes de direction. Lors des élections législatives de 2013, 51 des 80 sièges (64 %) ont été remportés par des femmes, confirmant la supériorité mondiale du Rwanda pour cet indicateur. Dans le milieu de la recherche, en revanche, elles restent minoritaires (21,8 % en 2009, figure 19.3).

- En 2014, le gouvernement kényan a publié une note de synthèse sur *l'intégration du genre dans la politique nationale de STI du Kenya* en partenariat avec l'UNESCO et le Réseau d'études sur la politique technologique en Afrique (ATPS). Cette note a été annexée au projet de Politique nationale de science, de technologie et d'innovation de 2012.

L'émergence de pôles d'innovation et de plateformes technologiques

Dans son blog pour la Banque mondiale, Tim Kelly constatait en avril 2014 que « l'un des traits principaux de la renaissance numérique africaine est son caractère de plus en plus endogène. Dans d'autres secteurs de l'économie africaine (exploitation minière, agroalimentaire, etc.), une grande partie du savoir-faire est importé pour extraire les richesses. Tandis que les 700 millions et quelques d'abonnés à la téléphonie mobile en Afrique utilisent des services d'origine locale et téléchargent surtout des applications de conception locale[3]. »

Les plates-formes technologiques qui se multiplient dans toute l'Afrique constituent l'une des premières sources de ces applications locales (figure 19.4). Il existe aujourd'hui plus de 90 plateformes de ce genre sur le continent, de taille et de composition variables. Certaines ont servi de modèle. C'est le cas d'iHub au Kenya, de BongoHive en Zambie, de MEST au Ghana, du Co-creation hub au Nigéria ou de SmartXchange en Afrique du Sud. L'une des plus récentes est le Pôle d'innovation du Botswana (voir p. 550).

S'inspirant du service kényan de transfert d'argent par téléphone mobile, baptisé MPesa, un grand nombre d'applications s'adressent désormais à des secteurs aussi variés que l'agriculture et la santé, en passant par la saisie participative de données météorologiques en vue de réduire les risques de catastrophes. Bien que l'impact de ces plates-formes technologiques ne soit pas encore systématiquement examiné, il apparaît à première vue que ce type d'innovation sociale contribue déjà à la création de sociétés plus prospères en Afrique (Urama et Acheampong, 2013).

Certaines start-ups nées dans des incubateurs s'appuient sur les applications de téléphonie mobile et sur les services bancaires mobiles qui révolutionnent l'Afrique de l'Est. C'est le cas, par exemple, de MyOrder, une application qui aide les marchands ambulants à créer des boutiques mobiles en ligne grâce auxquelles les clients peuvent passer commande et régler leurs achats par téléphone. De même, avec Tusqee, les services administratifs des écoles peuvent envoyer les notes des élèves sur les téléphones de leurs parents (Nsehe, 2013).

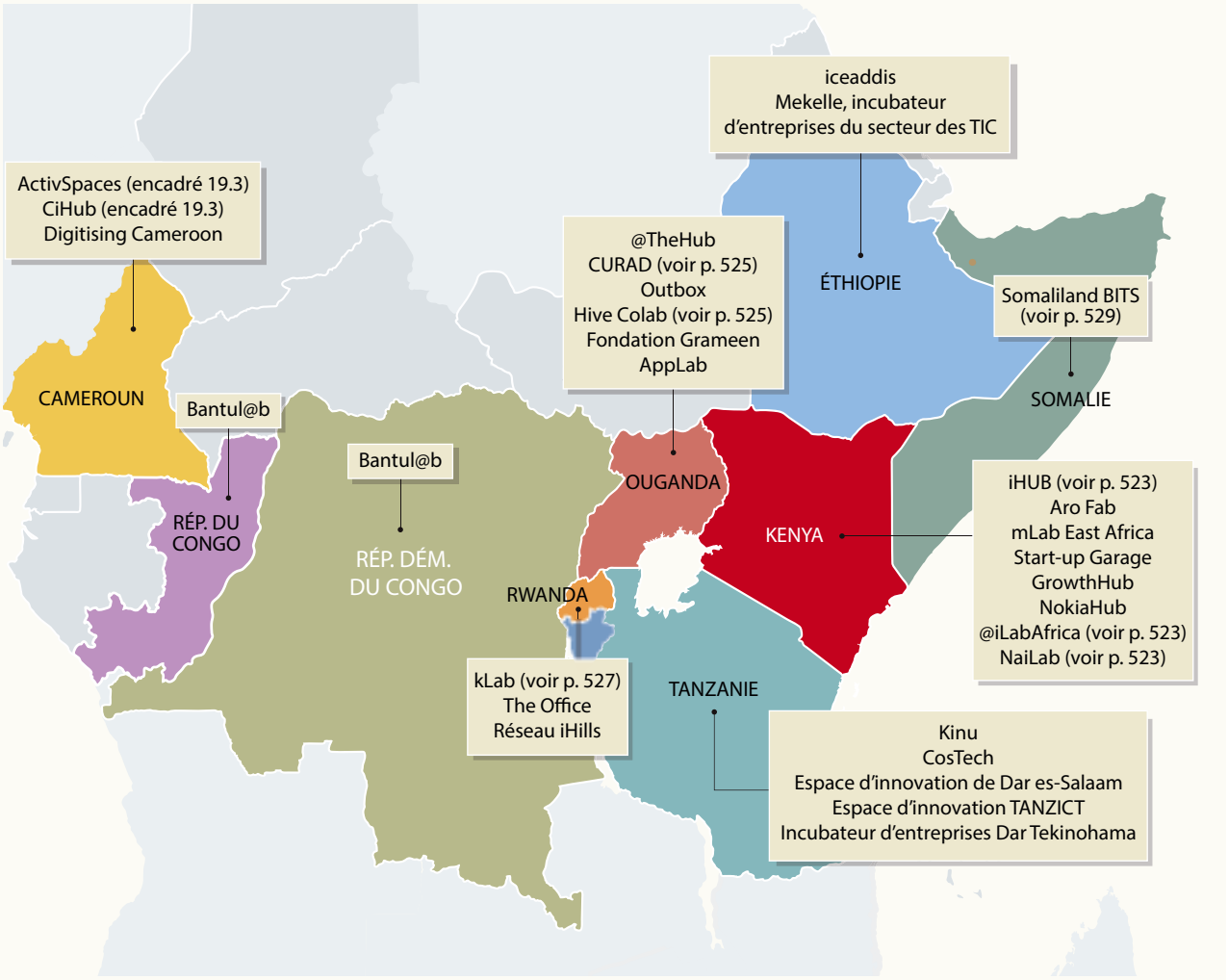
Lorsque les start-up n'arrivent pas à se lancer seules, les incubateurs technologiques n'y arrivent pas non plus. Conscients de l'impact économique de l'innovation, certains États investissent dans le développement de plates-formes technologiques. Ainsi le Kenya prévoit-il d'en créer dans ses 47 comtés (voir p. 522), une démarche qui se retrouve dans l'adoption, ces dernières années, de politiques intégrant l'innovation, notamment au Burundi (2011), en Éthiopie (2010), en Ouganda (2009) et au Rwanda (2005).

La faible pénétration d'Internet perdure

La faible pénétration d'Internet empêche toutefois de nombreux pays d'Afrique orientale et centrale d'exploiter pleinement les possibilités offertes par les TIC en matière de développement socioéconomique. Les taux de pénétration sont inférieurs à 7 % au Burundi, au Cameroun, aux Comores, en Érythrée, en Éthiopie, en République centrafricaine, en République du Congo, en

3. Voir http://blogs.worldbank.org/ic4d/tech-hubs-across-africa-which-will-be-legacy-makers.

Figure 19.4 : **Plateformes technologiques en Afrique orientale et centrale, 2014**



Source : D'après iHB Research, Banque mondiale et Bongohive.

Somalie et au Tchad (tableau 19.1). Le Kenya obtient les meilleurs résultats de la région pour cet indicateur, après avoir réussi l'exploit de faire grimper son taux de pénétration d'Internet de 14 % à 39 % de la population entre 2010 et 2013 (soit un taux de croissance annuel moyen de 41 %).

Les abonnements à la téléphonie mobile, beaucoup plus répandus, oscillent entre 25 % (Burundi) et plus de 200 % (Gabon) de la population. Leur omniprésence a inspiré d'innombrables applications pour téléphones mobiles.

Des prix pour la science et l'innovation

Les prix nationaux et régionaux se sont multipliés ces dernières années pour encourager la recherche et l'innovation. Un prix Olusegun Obasanjo pour la science, la technologie et l'innovation, du nom de l'ancien président du Nigéria, a par exemple été créé par l'Académie africaine des sciences. Dans le même esprit, le COMESA décerne depuis février 2014 des prix annuels de l'innovation, qui récompensent les personnes et les institutions qui se sont servies de la STI pour faire progresser le programme d'intégration régionale.

D'autres acteurs les ont imités. En novembre 2014, la Banque marocaine du commerce extérieur a annoncé la création d'un Prix de l'entrepreneuriat africain, doté d'une enveloppe de 1 million de dollars des États-Unis. Cette banque privée est implantée dans 18 pays d'Afrique et dans d'autres pays à travers le monde. En 2009, un Prix de l'innovation pour l'Afrique a vu le jour à l'initiative de la Fondation africaine pour l'innovation (AIF), une organisation à but non lucratif basée à Zurich. Le montant de ce prix annuel ouvert à tous les Africains est évalué à 150 000 dollars des États-Unis. Après des remises de prix en Éthiopie, en Afrique du Sud et au Nigéria, le concours entame sa quatrième édition. Il a attiré à ce jour près de 2 000 candidats originaires de 48 pays d'Afrique.

TENDANCES EN MATIÈRE D'ÉDUCATION ET DE R&D

Des dépenses publiques en faveur de l'enseignement supérieur généralement faibles

Les dépenses publiques en faveur de l'éducation représentent une part très variable du PIB selon les pays (tableau 19.2). La

part du budget public pour l'éducation dédiée à l'enseignement supérieur peut atteindre plus de 25 % dans certains pays, alors qu'elle ne dépasse pas 3,5 % en Éthiopie.

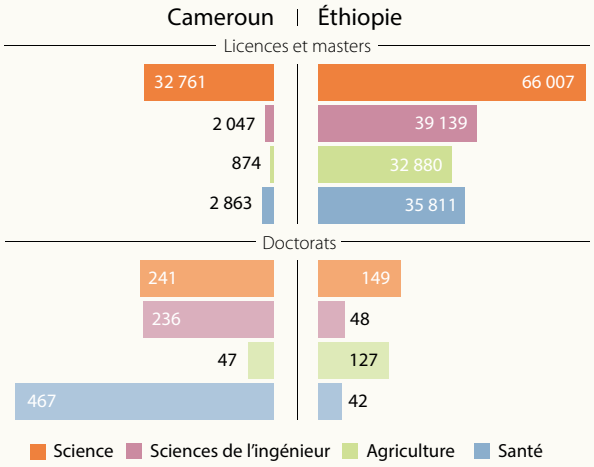
Le taux de scolarisation dans l'enseignement primaire augmente depuis quelques années dans tous les pays pour lesquels des données sont disponibles (tableau 19.3). Les variations sont beaucoup plus marquées concernant les effectifs inscrits dans l'enseignement secondaire et supérieur ; plus de la moitié des pays enregistrent des taux de scolarisation dans le secondaire inférieurs à 30 %, et les filles scolarisées sont beaucoup moins nombreuses que les garçons dans les autres. Le taux de scolarisation des filles dans l'enseignement secondaire demeure partout inférieur à celui des garçons, sauf au Rwanda et aux Comores. En ce qui concerne l'enseignement supérieur, le Cameroun, les Comores et la République du Congo affichent depuis quelques années des taux d'inscription à l'université supérieurs à 10 %, tandis que le Kenya pointait à 4 %, un niveau décevant, aux derniers calculs en 2009. Le Cameroun a connu une progression particulièrement rapide dans ce domaine, les effectifs s'élevant de 5,8 % en 2005 à 11,9 % en 2011. L'écart entre les sexes transparaît également dans l'enseignement supérieur, en particulier en Érythrée, en Éthiopie, en République centrafricaine et au Tchad, où les étudiants sont plus de 2,5 fois plus nombreux que les étudiantes (tableau 19.3).

Bien que les données soient uniquement disponibles par filière pour le Cameroun et l'Éthiopie, elles offrent un contraste intéressant. Dans ces deux pays, la plupart des étudiants et étudiantes d'université en S&T étaient inscrits dans des disciplines scientifiques en 2010. Le rapport entre les inscrits en sciences de l'ingénieur et ceux en sciences était nettement plus élevé en Éthiopie (59 %) qu'au Cameroun (6 %). En Éthiopie, les études agricoles attirent presque autant que les sciences de l'ingénieur ou la santé, alors qu'elles sont les moins prisées de la S&T, et de loin, au Cameroun (figure 19.5). Cette situation se retrouve également en Afrique de l'Ouest et en Afrique australe (chapitres 18 et 20). Déplorant le fait que les jeunes chercheurs africains rechignaient à se former dans des domaines peu populaires tels que les sciences agricoles, l'évaluation du CPA estimait que « la pénurie de personnel qualifié dans ces secteurs constituait un défi de taille pour le continent ».

Un effort de R&D plus soutenu dans certains pays

Au Kenya, les dépenses intérieures brutes de recherche et développement (DIRD) s'approchent de l'objectif de 1 % du PIB fixé par le CPA. Elles ont également augmenté ces dernières années en Éthiopie (0,61 %), au Gabon (0,58 %) et en Ouganda (0,48 %) [figure 19.6 et tableau 19.5].

Figure 19.5 : **Étudiants en science et en sciences de l'ingénieur au Cameroun et en Éthiopie, 2010**



Source : Institut de statistique de l'UNESCO, mai 2015.

Tableau 19.3 : **Taux brut de scolarisation en Afrique orientale et centrale, par niveau, 2012 ou année la plus proche**

	Primaire			Secondaire			Supérieur		
	Garçons	Filles	Total	Garçons	Filles	Total	Garçons	Filles	Total
Burundi	138,0	136,9	137,4	33,0	24,2	28,5	$4,2^{-2}$	$2,2^{-2}$	$3,2^{-2}$
Cameroun	117,9	103,2	110,6	54,3	46,4	50,4	$13,7^{-1}$	$10,1^{-1}$	$11,9^{-1}$
Comores	$105,9^{+1}$	$99,9^{+1}$	$103,0^{+1}$	$62,8^{+1}$	$65,0^{+1}$	$63,9^{+1}$	10,6	9,1	9,9
Djibouti	73,1	65,9	69,5	49,4	38,1	43,8	$5,9^{-1}$	$4,0^{-1}$	$4,9^{-1}$
Érythrée	–	–	–	–	–	–	$3,0^{-2}$	$1,1^{-2}$	$2,0^{-2}$
Éthiopie	$93,4^{-6}$	$80,5^{-6}$	$87,0^{-6}$	$35,5^{-6}$	$22,3^{-6}$	$28,9^{-6}$	$4,2^{-7}$	$1,3^{-7}$	$2,8^{-7}$
Guinée équatoriale	91,8	89,6	90,7	$32,8^{-7}$	$23,6^{-7}$	$28,2^{-7}$	–	–	–
Kenya	114,1	114,6	114,4	69,5	64,5	67,0	$4,8^{-3}$	$3,3^{-3}$	$4,0^{-3}$
Ouganda	$106,5^{+1}$	$108,2^{+1}$	$107,3^{+1}$	$28,7^{+1}$	$25,0^{+1}$	$26,9^{+1}$	$4,9^{-1}$	$3,8^{-1}$	$4,4^{-1}$
Rép. centrafricaine	109,3	81,3	95,2	3,6	12,1	17,8	4,2	1,5	2,8
Rép. du Congo	105,5	113,4	109,4	57,5	49,8	53,7	12,7	8,0	10,4
Rwanda	132,3	135,1	133,7	30,8	32,8	31,8	7,8	6,0	6,9
Somalie	$37,6^{-5}$	$20,8^{-5}$	$29,2^{-5}$	$10,1^{-5}$	$4,6^{-5}$	$7,4^{-5}$	–	–	–
Soudan du Sud	$102,9^{-1}$	$68,1^{-1}$	$85,7^{-1}$	–	–	–	–	–	–
Tchad	108,2	82,4	95,4	31,2	14,3	22,8	$3,6^{-1}$	$0,9^{-1}$	$2,3^{-1}$

+n/-n = les données correspondent à un nombre *n* d'années avant ou après l'année de référence.
Remarque : Le taux brut de scolarisation englobe les élèves de tous âges, y compris ceux n'entrant pas dans la tranche d'âge officielle du niveau d'éducation en question. Voir aussi le glossaire, p. 743.
Source : Institut de statistique de l'UNESCO, mai 2015.

Tableau 19.4 : **Effectifs inscrits dans l'enseignement supérieur en Afrique subsaharienne, par niveau, 2006 et 2012 ou années les plus proches**

	Année	Études supérieures sans diplôme	Licence et master	Doctorat ou équivalent	Total des effectifs	Année	Études supérieures sans diplôme	Licence et master	Doctorat ou équivalent	Total des effectifs
Afrique du Sud	–	–	–	–	–	2012	336 514	655 187	14 020	1 005 721
Angola	2006	0	48 694	0	48 694	2011	–	–	–	142 798
Bénin	2006	–	–	–	50 225	2011	–	–	–	110 181
Botswana	2006	–	–	–	22 257	2011	–	–	–	39 894
Burkina Faso	2006	9 270	21 202	0	30 472	2012	16 801	49 688	2 405	68 894
Burundi	2006	–	–	–	17 953	2010	–	–	–	29 269
Cabo Verde	2006	–	–	–	4 567	2012	580	11 210	10	11 800
Cameroun	2006	14 044	104 085	2 169	120 298	2011	–	–	–	244 233
Comores	2007	–	–	–	2 598	2012	–	–	0	6 087
Côte d'Ivoire	2007	60 808	–	–	156 772	2012	57 541	23 008	269	80 818
Érythrée	–	–	–	–	–	2010	4 679	7 360	0	12 039
Éthiopie	2005	0	191 165	47	191 212	2012	173 517	517 921	1 849	693 287
Ghana	2006	27 707	82 354	123	110 184	2012	89 734	204 743	867	295 344
Guinée	2006	–	–	–	42 711	2012	11 614	89 559	0	101 173
Guinée-Bissau	2006	–	–	–	3 689	–	–	–	–	–
Kenya	2005	36 326	69 635	7 571	113 532	–	–	–	–	–
Lesotho	2006	1 809	6 691	0	8 500	2012	15 697	9 805	5	25 507
Libéria	–	–	–	–	–	2012	10 794	33 089	0	43 883
Madagascar	2006	9 368	37 961	2 351	49 680	2012	33 782	54 428	2 025	90 235
Malawi	2006	0	6 298	0	6 298	2011	–	–	–	12 203
Mali	–	–	–	–	–	2012	8 504	88 514	260	97 278
Maurice	2006	9 464	12 497	260	22 221	2012	8 052	32 035	78	40 165
Mozambique	2005	0	28 298	0	28 298	2012	0	123 771	8	123 779
Namibie	2006	5 151	8 012	22	13 185	–	–	–	–	–
Niger	2006	2 283	8 925	0	11 208	2012	6 222	15 278	264	21 764
Nigéria	2005	658 543	724 599	8 385	1 391 527	–	–	–	–	–
Ouganda	2006	–	–	–	92 605	2011	–	–	–	140 087
Rép. centrafricaine	2006	1 047	3 415	0	4 462	2012	3 390	9 132	0	12 522
Rép. dém. du Congo	2006	–	–	–	229 443	2012	–	–	–	511 251
Rép. du Congo	–	–	–	–	–	2012	18 116	20 974	213	39 303
Rwanda	2006	–	–	–	37 149	2012	–	–	0	71 638
Sao Tomé-et-Principe	2006	0	0	0	0	2012	0	1 421	0	1 421
Sénégal	2006	–	–	–	62 539	2010	–	–	–	92 106
Seychelles	2006	0	0	0	0	2012	–	–	–	100
Swaziland	2006	0	5 692	0	5 692	2013	0	7 823	234	8 057
Tanzanie	2005	8 610	39 626	3 318	51 554	2012	–	142 920	386	166 014
Tchad	2005	–	–	–	12 373	2011	–	–	0	24 349
Togo	2006	3 379	24 697	0	28 076	2012	10 002	55 158	457	65 617
Zimbabwe	–	–	–	–	–	2012	26 175	–	–	94 012

Remarque : Données non disponibles pour le Gabon, la Gambie, la Guinée équatoriale, la Sierra Leone, la Somalie, le Soudan du Sud et la Zambie.
Source : Institut de statistique de l'UNESCO, mai 2015.

Le gouvernement est souvent la principale source de dépenses en R&D, mais le secteur des entreprises contribue aux DIRD à hauteur de plus de 10 % au Gabon et en Ouganda (tableau 19.5). Et les sources étrangères représentent une part importante des DIRD en Ouganda (57 %), au Kenya (47 %), en Tanzanie (42 %) et au Burundi (40 %).

Bien que deux enquêtes sur la R&D aient été publiées[4] depuis 2011 dans le cadre de l'Initiative africaine sur les indicateurs de la science, de la technologie et de l'innovation, les données relatives aux chercheurs sont rares en Afrique orientale et centrale. D'après les informations disponibles, le Gabon et le Kenya enregistrent la plus forte densité de chercheurs par habitant (figure 19.7).

De nets progrès dans les six pays les plus prolifiques

Quatre pays dominent la publication scientifique (le Cameroun, l'Éthiopie, le Kenya et l'Ouganda), et trois autres voient leur productivité augmenter (le Gabon, la République du Congo et le Rwanda), quoiqu'ils partent de bien plus bas (figure 19.8). Le Cameroun, le Gabon et le Kenya comptent le plus grand nombre d'articles publiés par million d'habitants, mais c'est l'Éthiopie qui enregistre la progression la plus rapide. Elle a en effet plus que doublé sa production depuis 2005, se classant deuxième, derrière le Kenya, en termes de volume. Sa production demeure toutefois modeste, avec à peine neuf publications par million d'habitants.

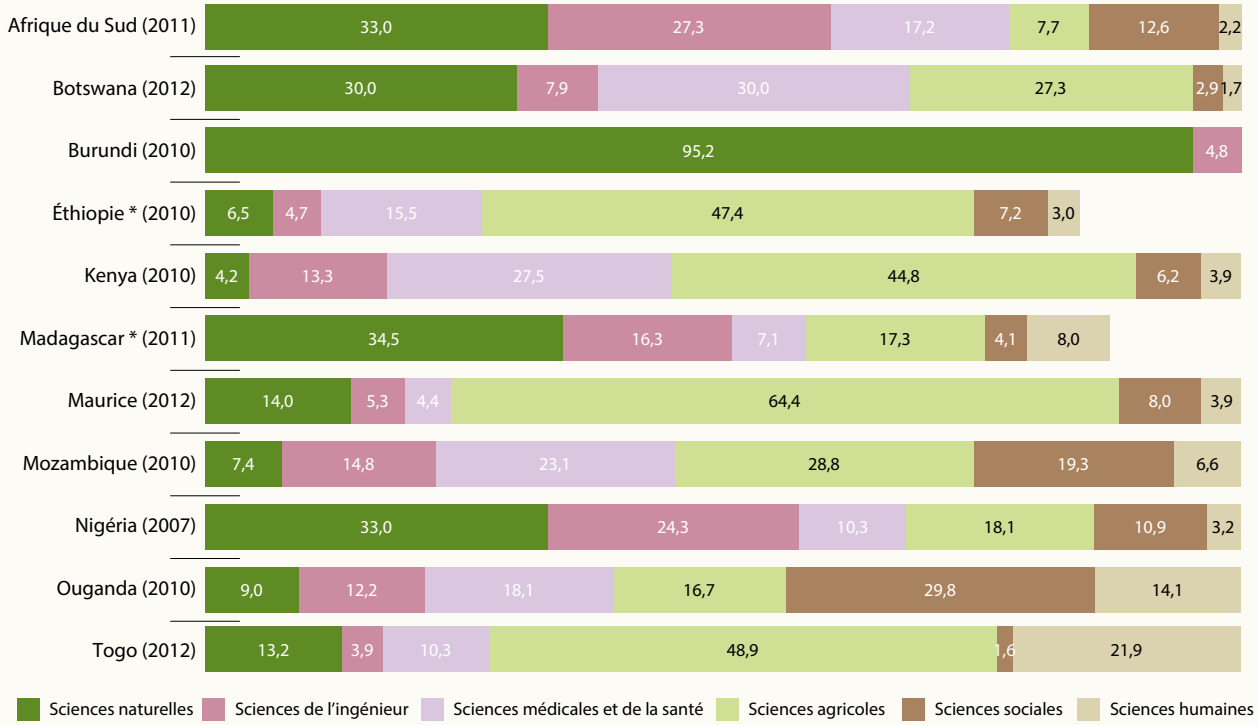
L'immense majorité des articles publiés traite des sciences de la vie, mais les recherches en géosciences se développent au Cameroun, en Éthiopie, au Kenya et en Ouganda. Il est à noter que le Cameroun présente un éventail de recherches varié, qui lui permet d'arriver en tête de la région en ce qui concerne les articles recensés par la plateforme de recherche Web of Science en 2014 en chimie, en ingénierie, en mathématiques et en physique. Globalement, l'augmentation des publications scientifiques dans la plupart des pays reflète le renforcement du soutien politique à la S&T.

Très peu de brevets depuis 2010

Seuls deux pays de la CEA ont obtenu des brevets de l'Office des brevets et des marques des États-Unis d'Amérique (USPTO) au cours des cinq dernières années. Le Cameroun a enregistré quatre brevets d'invention en 2010, puis trois en 2012 et quatre en 2013 – une nette amélioration par rapport aux deux brevets déposés entre 2005 et 2009. L'autre pays concerné est le Kenya. Il a enregistré sept brevets d'invention entre 2010 et 2013, soit beaucoup moins que les 25 brevets délivrés lors des cinq années précédentes. Aucun autre type de brevet (modèle, obtention végétale ou en redélivrance) n'a été accordé depuis 2010, ce qui indique que les pays de la CEA ont encore du mal à produire et à faire enregistrer leurs inventions.

4. Les premières enquêtes ont été publiées dans les *Perspectives de l'innovation africaine* en 2011 et 2014. La Suède s'est engagée à financer le troisième numéro des *Perspectives* en 2017.

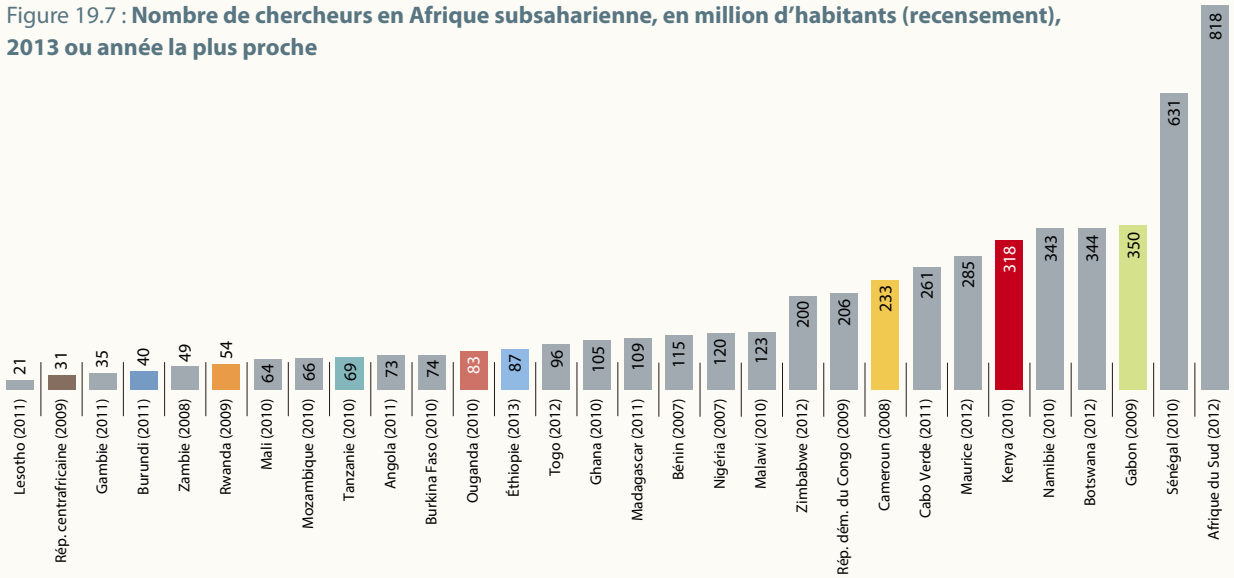
Figure 19.6 : **Part des DIRD en Afrique subsaharienne par filière scientifique, 2012 ou année la plus proche (%)**
Pays disponibles



*Les données peuvent ne pas atteindre un total de 100 % pour cet indicateur si une partie des données n'a pas été attribuée.

Source : Institut de statistique de l'UNESCO, avril 2015

Figure 19.7 : **Nombre de chercheurs en Afrique subsaharienne, en million d'habitants (recensement), 2013 ou année la plus proche**



Source : Institut de statistique de l'UNESCO, avril 2015

Tableau 19.5 : **DIRD en Afrique subsaharienne, 2011**

	DIRD (% du PIB)	DIRD par habitant (en dollars PPA)	DIRD par chercheur (recensement), en milliers de dollars PPA	DIRD par source de financement (%), 2011*				
				Entreprises	État	Enseignement supérieur	Secteur privé à but non lucratif	Étranger
Afrique du Sud	0,73^{+1}	93,0^{+1}	113,7^{+1}	38,3^{+1}	45,4^{+1}	0,8^{+1}	2,5^{+1}	13,1^{+1}
Botswana	0,26^{+2}	37,8^{+2}	109,6^{+2}	5,8^{+2}	73,9^{+2}	12,6^{+2}	0,7^{+2}	6,8^{+2}
Burkina Faso	0,20^{-2}	2,6^{-2}	–	11,9^{-2}	9,1^{-2}	12,2^{-2}	1,3^{-2}	59,6^{-2}
Burundi	0,12	0,8	22,3	–	59,9^{-3}	0,2^{-3}	–	39,9^{-3}
Cabo Verde	0,07	4,5	17,3	–	100	–	–	–
Éthiopie	0,61^{+2}	8,3^{+2}	95,3^{+2}	0,7^{+2}	79,1^{+2}	1,8^{+2}	0,2^{+2}	2,1^{+2}
Gabon	0,58^{-2}	90,4^{-2}	258,6^{-2}	29,3^{-2}	58,1^{-2}	9,5^{-2}	-	3,1^{-2}
Gambie	0,13	2,0	59,1	–	38,5	–	45,6	15,9
Ghana	0,38^{-1}	11,3^{-1}	108,0^{-1}	0,1^{-1}	68,3^{-1}	0,3^{-1}	0,1^{-1}	31,2^{-1}
Kenya	0,79^{-1}	19,8^{-1}	62,1^{-1}	4,3^{-1}	26,0^{-1}	19,0^{-1}	3,5^{-1}	47,1^{-1}
Lesotho	0,01	0,3	14,3	–	–	44,7	–	3,4
Madagascar	0,11	1,5	13,3	–	100,0	–	–	–
Malawi	1,06^{-1}	7,8^{-1}	–	–	–	–	–	–
Mali	0,66^{-1}	10,8^{-1}	168,1^{-1}	–	91,2^{-2}	–	–	8,8^{-1}
Maurice	0,18^{+1}	31,1^{+1}	109,3^{+1}	0,3^{+1}	72,4^{+1}	20,7^{+1}	0,1^{+1}	6,4^{+1}
Mozambique	0,42^{-1}	4,0^{-1}	60,6^{-1}	-	18,8^{-1}	–	3,0^{-1}	78,1^{-1}
Namibie	0,14^{-1}	11,8^{-1}	34,4^{-1}	19,8^{-1}	78,6^{-1}	–	–	1,5^{-1}
Nigéria	0,22^{-4}	9,4^{-4}	78,1^{-4}	0,2^{-4}	96,4^{-4}	0,1^{-4}	1,7^{-4}	1,0^{-4}
Ouganda	0,48^{-1}	7,1^{-1}	85,2^{-1}	13,7^{-1}	21,9^{-1}	1,0^{-1}	6,0^{-1}	57,3^{-1}
Rép. dém. du Congo	0,08^{-2}	0,5^{-2}	2,3^{-2}	–	100	–	–	–
Sénégal	0,54^{-1}	11,6^{-1}	18,3^{-1}	4,1^{-1}	47,6^{-1}	0,0^{-1}	3,2^{-1}	40,5^{-1}
Seychelles	0,30^{-6}	46,7^{-6}	290,8^{-6}	–	–	–	–	–
Tanzanie	0,38^{-1}	7,7^{-1}	110,0^{-1}	0,1^{-1}	57,5^{-1}	0,3^{-1}	0,1^{-1}	42,0^{-1}
Togo	0,22^{+1}	3,0^{+1}	30,7^{+1}	-	84,9^{+1}	0,0^{+1}	3,1^{+1}	12,1^{+1}
Zambie	0,28^{-3}	8,5^{-3}	172,1^{-3}	–	–	–	–	–

+n/-n = les données correspondent à un nombre *n* d'années avant ou après l'année de référence.
*Les données peuvent ne pas atteindre un total de 100 % pour cet indicateur si une partie des données n'a pas été attribuée.

Remarque : données manquantes pour certains pays.

Source : Institut de statistique de l'UNESCO, avril 2015 ; pour le Malawi, UNESCO (2014), *Mapping Research and Innovation in the Republic of Malawi*, p. 57.

Figure 19.8 : **Tendances en matière de publications scientifiques en Afrique orientale et centrale, 2005-2014**



11,3 %

Proportion des articles kényans parmi les 10 % les plus cités, 2008-2012. La moyenne pour le G20 est de 10,2 %.

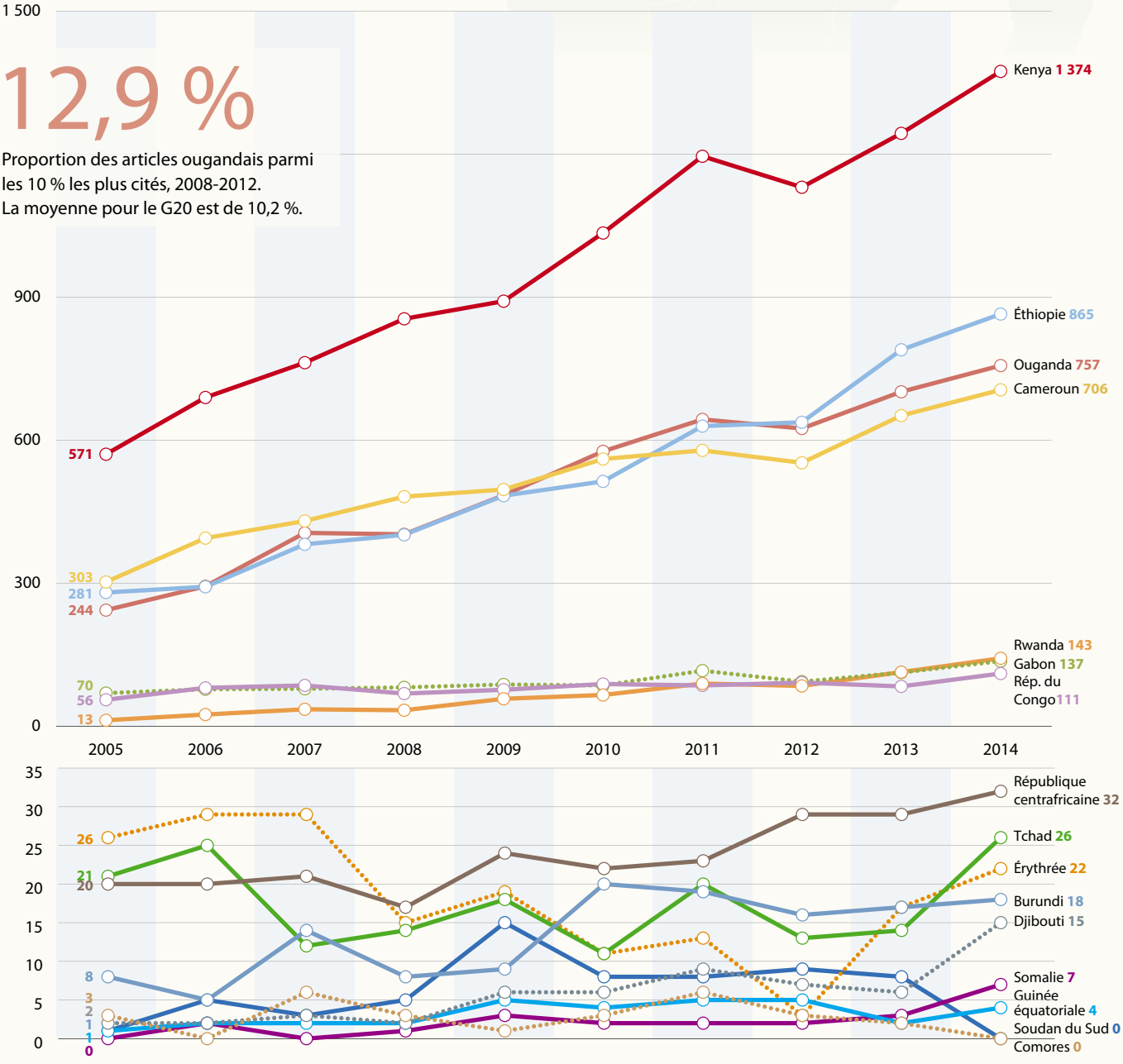
6,3 %

Proportion des articles éthiopiens parmi les 10 % les plus cités, 2008-2012. La moyenne pour le G20 est de 10,2 %.

Le Kenya, l'Éthiopie, l'Ouganda et le Cameroun produisent le plus de publications

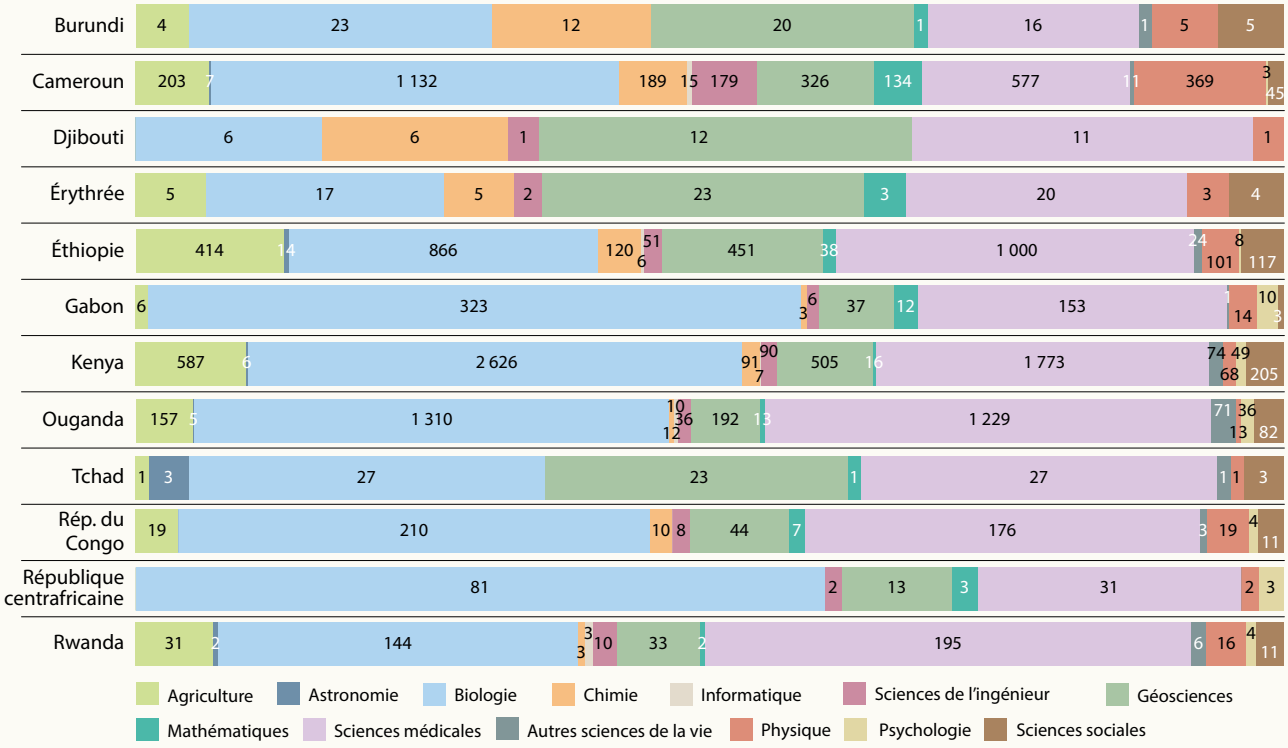
12,9 %

Proportion des articles ougandais parmi les 10 % les plus cités, 2008-2012. La moyenne pour le G20 est de 10,2 %.



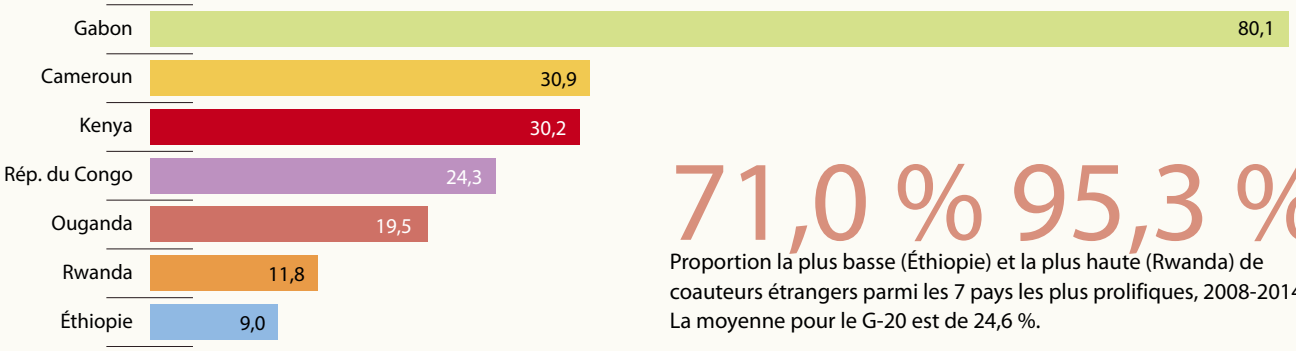
Les sciences de la vie dominent la recherche en Afrique orientale et centrale

Totaux cumulés par discipline, 2008-2014, pour les pays pour lesquels 15 articles ou plus ont été recensés sur la plateforme Web of Science en 2014



Le Gabon a été le plus productif en 2014

Articles par million d'habitants pour les pays les plus productifs



71,0 % 95,3 %

Proportion la plus basse (Éthiopie) et la plus haute (Rwanda) de coauteurs étrangers parmi les 7 pays les plus prolifiques, 2008-2014. La moyenne pour le G-20 est de 24,6 %.

Les scientifiques s'associent surtout à des coauteurs non africains, mais aussi à des Kényans et à des Sud-africains

Principaux partenaires étrangers des 12 pays enregistrant le plus de publications, 2008-2014 (nombre d'articles)

	1er partenaire	2e partenaire	3e partenaire	4e partenaire	5e partenaire
Burundi	Belgique (38)	Chine (32)	États-Unis (18)	Kenya (16)	Royaume-Uni (13)
Cameroun	France (1 153)	États-Unis (528)	Allemagne (429)	Afrique du Sud (340)	Royaume-Uni (339)
Djibouti	France (31)	États-Unis/Royaume-Uni (6)	Canada (5)	Espagne (4)	
Érythrée	États-Unis (24)	Inde (20)	Italie (18)	Pays-Bas (13)	Royaume-Uni (11)
Éthiopie	États-Unis (776)	Royaume-Uni (538)	Allemagne (314)	Inde (306)	Belgique (280)
Gabon	France (334)	Allemagne (231)	États-Unis (142)	Royaume-Uni (113)	Pays-Bas (98)
Kenya	États-Unis (2 856)	Royaume-Uni (1 821)	Afrique du Sud (750)	Allemagne (665)	Pays-Bas (540)
Ouganda	États-Unis (1 709)	Royaume-Uni (1 031)	Kenya (477)	Afrique du Sud (409)	Suède (311)
Rép. centrafricaine	France (103)	États-Unis (32)	Cameroun (30)	Gabon (29)	Sénégal (23)
Rép. du Congo	France (191)	États-Unis (152)	Belgique (132)	Royaume-Uni (75)	Suisse (68)
Rwanda	États-Unis (244)	Belgique (107)	Pays-Bas (86)	Kenya (83)	Royaume-Uni (82)
Tchad	France (66)	Suisse (28)	Cameroun (20)	Royaume-Uni/ États-Unis (14)	

Source : Plate-forme de recherche Web of Science de Thomson Reuters. Science Citation Index Expanded ; traitement des données par Science-Metrix.

PROFILS DE PAYS

BURUNDI



Une politique de STI et les premières enquêtes sur la R&D

Le Burundi est un pays enclavé dont l'économie est dominée par l'agriculture vivrière. Il connaît une période de stabilité politique et de développement économique rapide depuis la fin de la guerre civile il y a dix ans. Le rapport *Doing Business* de la Banque mondiale cite même le Burundi parmi les principaux réformateurs économiques de la planète entre 2011 et 2013, devant les efforts déployés pour simplifier les affaires, attirer les investissements étrangers et sortir du groupe des pays les plus pauvres du monde (Banque mondiale, 2013).

Un Département de la science, de la technologie et de la recherche a été créé en 2010 au sein du Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique pour coordonner la STI dans l'économie. Le pays a ensuite adopté une *Politique nationale de la recherche scientifique et de l'innovation technologique* en 2011 (Tumushabe et Mugabe, 2012).

En 2011, le Burundi a publié sa *Vision 2025*.
Ses principaux objectifs à l'horizon 2025 sont les suivants :

- Assurer l'éducation primaire pour tous ;
- Instaurer une bonne gouvernance dans un État de droit, avec des élections régulières ;
- Ramener la croissance de la population de 2,5 % à 2 % par an pour préserver les acquis en matière de productivité agricole et de terres arables. À l'heure actuelle, 90 % de la population vit des produits de la terre et plus de la moitié de la population est âgée de moins de 17 ans[5] ;
- Réduire le taux de pauvreté de moitié (67 % de la population) et garantir la sécurité alimentaire ;
- Améliorer la capacité nationale d'absorption des technologies de pointe afin de stimuler la croissance et la compétitivité ;
- Faire passer le PIB par habitant à 720 dollars des États-Unis (contre 137 dollars É.-U. en 2008) et assurer une croissance économique annuelle de 10 % ;
- Atteindre un taux de population urbaine de 40 % (contre 10 % actuellement) pour préserver les terres ;
- Faire de la protection de l'environnement et de l'utilisation rationnelle des ressources naturelles une priorité.

Le Secrétariat de la CAE a commandé une évaluation en 2011, afin de désigner cinq centres d'excellence communautaires qui recevraient des financements de la Communauté. L'Institut national de santé publique du Burundi, qui a pour attributions la formation, le diagnostic et la recherche, est l'un d'eux (encadré 19.2).

5. Le taux de croissance annuelle de la population burundaise avait atteint 3,1 % en 2014 (voir tableau 19.1).

Encadré 19.2 : Les centres d'excellence africains en sciences biomédicales

La CAE a commandé en 2011 une étude qui a désigné 19 centres d'excellence dans cinq États partenaires. En octobre 2014, la 10e réunion ordinaire du Conseil sectoriel des Ministres de la CAE chargés de la santé en a sélectionné cinq pour le financement de la première phase. Il s'agit de l'Institut national de santé publique du Burundi, de l'Institut d'enseignement technique de la vallée du Rift (Kenya), de l'Université du Rwanda*, de l'Institut ougandais de recherche industrielle et du *Taasisi ya Sanaa na Utamaduni Bagamoyo* (Tanzanie).

En complément, la Banque africaine de développement (BAD) a approuvé en octobre 2014 des prêts bilatéraux d'un montant total de 98 millions de dollars des États-Unis pour financer la première phase de son propre programme de centres d'excellence de l'Afrique de l'Est pour les compétences et l'enseignement supérieur en sciences biomédicales.

Le projet de la BAD contribuera à la création d'une main-d'œuvre très qualifiée dans ce domaine afin de répondre aux besoins immédiats du marché du travail de la CAE et d'y soutenir la mise en œuvre de protocoles de marché « libres ». Le tourisme médical constitue l'un des domaines de croissance potentiels.

La première phase du projet de la BAD favorisera la création de centres d'excellence spécialisés en néphrologie et en urologie au Kenya, en médecine cardiovasculaire en Tanzanie, en génie biomédical et en e-santé au Rwanda et en oncologie en Ouganda. Au cours de la deuxième phase, un centre d'excellence en sciences nutritionnelles ouvrira au Burundi. L'Institut des maladies du rein d'Afrique de l'Est sera rattaché à l'Université de Nairobi et à son hôpital universitaire, l'Hôpital national Kenyatta. D'autres centres d'excellence ouvriront leurs portes au sein du Collège des sciences de médecine et de santé de l'Université du Rwanda, de l'Institut ougandais du cancer et, en Tanzanie, de l'Université Muhimbili de la santé et des sciences appliquées. Quelque 140 étudiants de master et 10 doctorants profiteront du programme, ainsi que 300 stagiaires.

Les centres d'excellence devront collaborer avec des établissements de renommée internationale afin de mettre au point un programme d'enseignement de qualité, de mener des recherches conjointes, de promouvoir les échanges interuniversitaires et les programmes de mentorat, mais aussi de donner accès à des ressources documentaires.

* Ancien Institut des sciences et des technologies de Kigali.

Source : Communiqué de presse et communication personnelle de la BAD ; auteurs.

Depuis qu'il a rejoint l'Initiative africaine sur les indicateurs de la science, de la technologie et de l'innovation en août 2013, le Burundi réalise des enquêtes nationales sur la recherche et l'innovation afin d'étayer ses prises de décision.

CAMEROUN



Développement des TIC à des fins de rattrapage

En septembre 2007, l'Agence nationale des technologies de l'information et de la communication a publié un *Document de stratégie nationale de développement des technologies de l'information et de la communication* (TIC). Plusieurs programmes et projets ont été lancés dans ce cadre après 2010, notamment (IST-Africa, 2012) :

- Un programme de formation pour les fonctionnaires en charge des TIC ;
- Des mesures visant à améliorer le cadre juridique, réglementaire et institutionnel régissant les TIC afin d'assurer un environnement compétitif aux entreprises fournissant des services de communication électronique, de catalyser l'innovation et d'encourager la diversification des services et la réduction des coûts ;
- La modernisation du réseau de télécommunications, au moyen notamment de câbles en fibre optique.

À la suite de cette politique, plusieurs initiatives destinées à favoriser le déploiement des TIC ont vu le jour. Ainsi (IST-Africa, 2012) :

- Le Ministère de la recherche scientifique et de l'innovation a établi un programme d'action gouvernemental pour la société de l'information et du savoir pour tous ;
- Le Ministère de l'enseignement supérieur a mis en œuvre un programme de développement des TIC dans les établissements d'enseignement supérieur ;
- Le Ministère des enseignements secondaires a fait construire des centres multimédias dans les établissements secondaires ;
- Des programmes obligatoires sur les TIC ont été introduits dans les établissements primaires et secondaires ;
- Les Services du Premier Ministre ont mis en œuvre un Programme national de gouvernance.

La mise en œuvre de la politique a toutefois été freinée par le manque de ressources financières, la synergie insuffisante entre les pouvoirs publics et les partenaires extérieurs et la faiblesse des capacités publiques en matière de gestion de projets. Entre 2007 et 2013, le taux de pénétration d'Internet n'a progressé que de 2,9 % à 6,4 % de la population. Deux pôles d'innovation ont malgré tout été créés ces dernières années (encadré 19.3).

Le gouvernement soutient par ailleurs les entreprises et favorise les relations entre le milieu de la recherche et les communautés professionnelles, en vue de créer un secteur des TIC autochtone qui puisse réaliser la *Vision 2035* du pays. Adopté en 2009, ce document de planification entend faire du Cameroun un nouveau pays industrialisé d'ici 2035. D'après *Vision 2035*, le secteur informel représenterait 80 à 90 % de l'économie. Ses objectifs sont les suivants :

- Augmenter la contribution du secteur manufacturier à hauteur de 23 % du PIB, contre 10 % actuellement (elle atteignait presque 14 % en 2013, voir figure 19.2) ;
- Ramener la contribution des produits sylvo-agro-pastoraux et piscicoles aux exportations à 10 % (contre 20,5 % actuellement) au profit des produits manufacturiers ;
- Atteindre un taux d'investissement de 30,3 % du PIB (contre 17,4 % actuellement) pour favoriser le développement technologique ;
- Porter le nombre de tracteurs de 0,84 pour 100 hectares de cultures à 1,2 tracteur par hectare ;
- Passer de 7 à 70 médecins pour 100 000 habitants ; des progrès semblables devront être réalisés pour les enseignants, y compris pour la formation des ingénieurs (TIC, génie civil, agronomie, etc.) ;

Encadré 19.3 : ActivSpaces et CiHub, tremplins des start-up au Cameroun

La création de pôles d'innovation et de plates-formes technologiques communautaires constitue un complément important aux initiatives gouvernementales. Pionnier dans ce domaine, ActivSpaces fournit des installations aux développeurs, aux concepteurs, aux chercheurs et aux entrepreneurs spécialisés dans les applications Internet et mobiles dans des espaces de coworking situés dans deux villes camerounaises, Douala et Buéa. Cette plateforme vise à promouvoir la technologie, l'innovation et l'entrepreneuriat africains, surtout auprès des jeunes et des femmes.

Depuis 2015, ActivSpaces offre un programme d'incubateur ou d'accélérateur de six mois, appelé Activation Boot Camp, qui propose aux entrepreneurs des conseils juridiques, un mentorat, une aide à l'immatriculation de la start-up et un capital d'amorçage, en contrepartie de 5 % des actions de l'entreprise. Il organise également divers événements, notamment des journées de démonstration pour que les participants à l'atelier puissent présenter leurs produits et services.

Autre pôle d'innovation et incubateur, le Cameroon Innovation Hub (CiHub) fournit un tremplin aux jeunes techno-entrepreneurs qui veulent créer des start-up fondées sur les technologies Internet et mobiles afin d'aider à résoudre les difficultés sociales du pays. CiHub facilite les échanges entre les développeurs, les entrepreneurs, les entreprises et les universités.

Source : compilation des auteurs.

- Élever à 30 % la proportion des élèves dans les filières scientifiques et technologiques de l'enseignement secondaire et supérieur (contre 5 % actuellement) ;
- Réduire le taux de croissance annuel de la population de 2,8 % à 2,0 %, sous l'effet du développement économique et de l'émancipation des femmes, qui favorisera la planification familiale ;
- Relever le taux d'accès à l'eau potable de 50 à 75 % de la population ;
- Doubler la production énergétique, principalement au moyen du développement de l'hydroélectricité et du gaz.

COMORES



Des technologies de téléphonie mobile relativement développées

Les trois petites îles qui composent les Comores abritent une population de 752 000 habitants, dont la moitié a moins de 15 ans. L'économie est agraire (37,1 % du PIB), et le secteur manufacturier représente à peine 7 % du revenu national. Si moins de 7 % de la population avait accès à Internet en 2013, près d'une personne sur deux (47 %) était abonnée à un service de téléphonie mobile. Les installations sanitaires améliorées ne profitent qu'à 17 % de la population, mais 87 % ont accès à une eau salubre (tableau 19.1).

En 2008, les Comores consacraient une part relativement importante du PIB à l'éducation (7,6 %), dont un sixième en faveur de l'enseignement supérieur (tableau 19.2). Un jeune sur 10 (11 %) est inscrit à l'unique université publique du pays, l'Université des Comores, fondée en 2003. En 2012, elle comptait 6 000 inscrits, soit deux fois plus qu'en 2007, mais aucun doctorant (tableau 19.4).

DJIBOUTI



Priorité à l'éducation

Les dépenses d'éducation publiques représentaient 4,5 % du PIB en 2010. L'école étant gratuite, 7 enfants sur 10 sont désormais scolarisés dans l'enseignement primaire, le taux de scolarisation des garçons étant supérieur à celui des filles (tableau 19.3). Avant la création de l'Université de Djibouti en 2006, les étudiants devaient se rendre à l'étranger pour étudier et pouvaient demander une bourse de l'État, une situation qui favorisait la fuite des cerveaux. En mai 2014, l'université a inauguré un e-campus en présence du Ministre de l'enseignement supérieur et de la recherche. Outre l'organisation d'un colloque international sur les géorisques prévu début 2016, elle œuvre à la création d'un observatoire du changement climatique en Afrique de l'Est, en collaboration avec l'Université de Yale et le Massachusetts Institute of Technology aux États-Unis.

Huit citoyens sur 10 travaillent dans le secteur des services, et le secteur manufacturier représentait à peine 2,5 % du PIB en 2007 (figure 19.2). La transformation de Djibouti en un pôle moderne dépend de plus en plus de la façon dont le pays réussira à s'approprier les technologies de l'économie mondiale et à les adapter à son niveau de développement. Les IDE, qui proviennent essentiellement du Moyen-Orient, sont élevés (19,6 % du PIB en 2013), mais ils ont tendance à cibler le port stratégique du pays sur la mer Rouge. Les projets d'investissement offrant des possibilités de transfert de technologies et de renforcement des capacités locales doivent être renforcés. L'amélioration des capacités statistiques relatives aux indicateurs de STI aiderait également les pouvoirs publics à suivre les avancées dans ce domaine.

Depuis son adhésion à l'Organisation mondiale de la propriété intellectuelle en 2002, Djibouti a promulgué une loi relative à la protection du droit d'auteur et du droit voisin (2006) et une loi portant protection de la propriété industrielle (2009).

ÉRYTHRÉE



Des défis de développement urgents

L'Érythrée est aux prises avec de nombreux défis de développement. Seulement 0,9 % de la population avait accès à Internet en 2013, et 5,6 % à un abonnement de téléphonie mobile (tableau 19.1). De même, l'accès à des installations sanitaires améliorées et à une eau salubre est limité (9 % et 43 %, respectivement). Pour aggraver la situation, le pays connaît l'une des croissances démographiques les plus rapides d'Afrique subsaharienne : 3,16 % en 2014 (tableau 19.1).

Les deux tiers de la population travaillaient dans le secteur des services en 2009. L'or représentant 88 % des exportations en 2012 (voir figure 18.1), il est urgent de diversifier l'économie pour assurer sa pérennité et attirer des IDE, lesquels constituaient à peine 1,3 % du PIB en 2013. La croissance économique est irrégulière, culminant à 7,0 % en 2012 avant de redescendre à 1,3 % en 2013.

L'Institut érythréen de technologie est la principale institution d'enseignement supérieur dans les domaines de la science, des sciences de l'ingénieur et de l'éducation. Les installations et les capacités de l'institut sont actualisées en permanence, grâce à des fonds majoritairement extérieurs, même si le Ministère de l'éducation y contribue également. Le nombre d'étudiants décrochant un diplôme augmente régulièrement chaque année, mais il est parti de bas. En 2010, 2 % seulement de la cohorte des 18-23 ans étaient inscrits à l'université, et il n'y avait encore aucun doctorant (tableaux 19.3 et 19.4). Le nombre de publications érythréennes recensées par la plateforme de recherche Web of Science a reculé de 29 en 2006 à 22 en 2014 (figure 19.8).

Le Conseil scientifique et technologique national (NSTC), l'Agence érythréenne de développement scientifique et technologique (ESTDA) et le Conseil consultatif national en science et technologie ont tous été créés en 2002. Le NSTC est responsable de la formulation, de l'examen et de l'approbation des politiques, mais aucune politique spécifique de S&T n'a été rendue publique depuis 2002, pour autant qu'on puisse en juger. L'ESTDA est une personne morale autonome poursuivant deux grands objectifs : promouvoir et coordonner l'application de la S&T au service du développement, sur les recommandations du NSTC, et renforcer les capacités nationales en R&D.

ÉTHIOPIE



Un plan ambitieux de croissance et de transformation

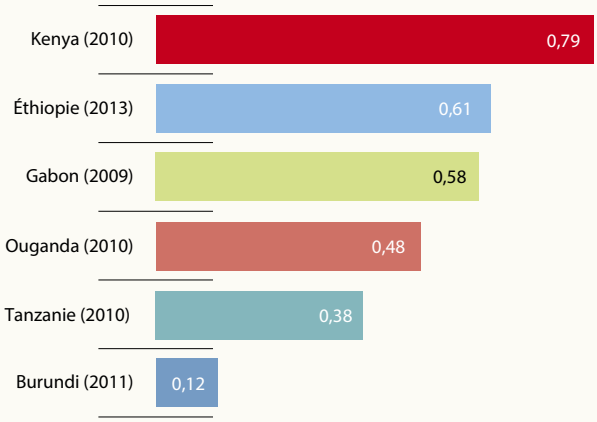
Au cours des 10 dernières années, l'Éthiopie a connu l'une des croissances économiques les plus rapides d'Afrique pour une économie agraire. Le gouvernement vise désormais sa modernisation et son industrialisation pour réaliser son ambition de faire du pays une économie à revenu intermédiaire d'ici 2025.

Il a reconnu que la STI constituait une condition nécessaire à la réalisation de son *Plan de croissance et de transformation 2011-2015*. Un rapport du gouvernement a recensé depuis les progrès enregistrés au cours des deux premières années de mise en œuvre (MoFED, 2013) :

- Amélioration de la productivité des récoltes et du bétail ; préservation de l'eau et des sols grâce à la recherche ;
- Augmentation de la production et de la diffusion des données sur les géosciences ; augmentation des recherches pour la résolution des problèmes dans le domaine de l'exploitation minière ;
- Mise au point de nouvelles technologies de construction pour les routes ;
- Lancement de la construction d'un réseau ferroviaire national ;
- Transfert des technologies durables dans les petites et moyennes industries manufacturières afin d'améliorer leurs capacités d'exportation, par le biais de privatisations et de mesures destinées à attirer les investisseurs étrangers : en 2012, ce sous-secteur avait enregistré une croissance de 18,6 %, proche de l'objectif fixé à 19,2 % ; les produits industriels à valeur ajoutée connaissaient une croissance de 13,6 % en 2012, mais les recettes d'exportation des textiles, des produits du cuir, des produits pharmaceutiques et de l'agroalimentaire ont été décevantes, en raison d'une productivité faible, de capacités technologiques insuffisantes et du manque de ressources, entre autres problèmes structurels ;
- Développement des énergies renouvelables, avec notamment les projets éoliens Ashegoda et Adama-2, le grand barrage de la Renaissance sur le Nil bleu et la construction d'usines de biocarburants (jatropha, ricin, etc.) sur une superficie de 2,53 millions d'hectares ;
- Élaboration d'une *Stratégie et d'une vision pour une économie verte et résiliente face au changement climatique*, application des lois relatives à la protection de l'environnement et renforcement des capacités en matière d'atténuation des gaz à effet de serre ;
- Le nombre d'étudiants dans l'enseignement supérieur est passé de 401 900 à 693 300 entre 2009 et 2011, l'objectif étant d'atteindre une proportion de 40 % d'étudiantes en 2015 ;
- D'après une étude nationale sur la recherche et l'innovation réalisée en 2011-2012, 0,24 % du PIB était consacré aux DIRD, soit autant qu'en 2009. L'étude a également recensé 91 chercheurs par million d'habitants.

Figure 19.9 : **Ratio DIRD/PIB en Afrique orientale et centrale, 2013 ou année la plus proche (%)**

Pays (sélection)



Source : Institut de statistique de l'UNESCO.

La *Politique nationale en matière de science et de technologie* (2007) a été révisée en parallèle, avec le soutien de l'UNESCO, afin de prendre en compte les considérations suivantes :

- Passage d'une économie centralisée à une économie de marché ouverte, avec la décentralisation du pouvoir politique qui l'accompagne ;
- Progrès mondiaux en matière de compréhension et d'application de la STI et mutations socioéconomiques rapides à l'échelle nationale ;
- Nécessité absolue de renforcer les capacités nationales de STI afin de saisir les occasions offertes par les progrès mondiaux en matière de connaissances scientifiques et de technologies ;
- Recours fragmenté, non coordonné et non économique à des ressources limitées, caractéristique de la STI à l'époque.

La version révisée de la *Politique nationale de science, de technologie et d'innovation* est entrée en vigueur en 2010. Destinée à « renforcer la compétitivité par l'innovation », elle compte plusieurs points forts, dont l'élévation de la Commission scientifique et technologique à l'échelon ministériel, ce qui a conduit à la renommer Ministère de la science et de la technologie, et un plaidoyer pour la mise en place d'une dotation budgétaire annuelle d'au moins 1,5 % du PIB en faveur de la STI dans tous les secteurs et pour la création d'un fonds centralisé de l'innovation pour la R&D alimenté par une contribution de 1 % prélevée sur les bénéfices annuels réalisés dans tous les secteurs de production et de services. À la mi-2015, ni la dotation budgétaire annuelle ni le fonds de l'innovation n'étaient encore opérationnels. Le ratio DIRD/PIB a cependant augmenté, atteignant 0,61 % du PIB en 2013 (figure 19.9) selon l'Institut de statistique de l'UNESCO, qui a relevé également une nette hausse de la proportion de femmes parmi les chercheurs, à 13,3 % en 2013, contre 7,6 % en 2010.

Deux programmes se distinguent :

- Les Programmes nationaux sur les capacités techniques prioritaires, lancés en 2010 dans les domaines de l'amélioration de la productivité agricole ; de la qualité et de la productivité industrielles ; des biotechnologies ; des technologies de l'énergie, du bâtiment et des matériaux ; de l'électronique et de la microélectronique ; des TIC ; des télécommunications et des technologies de l'eau ;
- Le Programme de renforcement des capacités en sciences de l'ingénieur, lancé en 2005, financé et mis en œuvre conjointement par les autorités éthiopiennes et allemandes dans le cadre de la coopération germano-éthiopienne pour le développement. Les secteurs prioritaires sont le textile, le bâtiment, le cuir, l'agroalimentaire, les produits pharmaceutiques et chimiques et la métallurgie.

En 2014, il a été décidé de placer les universités spécialisées en science et technologie ayant des liens avec l'industrie sous la tutelle du nouveau Ministère des sciences et des technologies afin d'encourager l'innovation dans le monde universitaire et de stimuler les entreprises s'appuyant sur la technologie. Les deux premières universités d'Addis-Abeba et d'Adama ont ainsi quitté le giron du Ministère de l'enseignement supérieur en 2014.

GABON



Un plan visant à mettre le Gabon sur la voie du développement durable d'ici 2025

Le Gabon est l'un des pays les plus stables d'Afrique. Si le pays est l'une des rares économies à revenu intermédiaire de la tranche supérieure du continent, il se caractérise toutefois par des inégalités considérables en ce qui concerne la répartition des revenus. En outre, les infrastructures y sont limitées, y compris dans les secteurs des transports, de la santé, de l'éducation et de la recherche (Banque mondiale, 2013).

L'économie est dominée par le pétrole, mais, la production commençant à diminuer, le gouvernement a entrepris des réformes politiques et économiques dès 2009 pour faire du Gabon un pays développé d'ici 2025. Cette ambition est exprimée dans le *Plan stratégique Gabon émergent : Vision 2025 et orientations*, destiné à mettre le pays sur la voie du développement durable, qui « est au cœur de la politique menée par le nouvel exécutif gabonais[6] », d'après le *Plan stratégique*. Adopté en 2012, celui-ci identifie deux défis parallèles : la nécessité de diversifier une économie dominée par les exportations de pétrole (84 % en 2012, voir figure 18.2) et l'impératif de réduire la pauvreté et de favoriser l'égalité des chances.

Le plan s'articule autour de trois piliers :

- Le *Gabon vert*, pour développer les ressources naturelles du pays dans un esprit durable, en commençant par un inventaire des 22 millions d'hectares de forêts (85 % du territoire), du million d'hectares de terres arables, des 13 parcs nationaux et des 800 km de littoral ;
- Le *Gabon industriel*, pour développer un traitement local des matières premières et l'exportation de produits à forte valeur ajoutée ;
- Le *Gabon des services*, pour favoriser une éducation et des formations de qualité, afin d'élever le pays au rang de leader régional en matière de services financiers, de TIC, de croissance verte, d'enseignement supérieur et de santé.

Le plan prévoit l'adoption d'un *Plan Climat* en vue de maîtriser les émissions nationales de gaz à effet de serre et de concevoir une stratégie d'adaptation. La part d'énergie hydraulique dans la production d'électricité gabonaise est censée progresser de 40 % en 2010 à 80 % en 2020. En parallèle, les centrales thermiques inefficaces seront remplacées par des centrales propres afin que l'ensemble de la production repose sur des énergies propres. D'ici 2030, le Gabon prévoit d'exporter 3 000 MW d'énergie hydraulique vers les pays voisins. Des efforts seront également déployés pour améliorer l'efficacité énergétique et réduire la pollution dans des secteurs tels que le bâtiment et les transports.

Ce nouveau paradigme sera inscrit dans une loi sur le développement durable qui créera un fonds destiné à compenser les effets négatifs du développement. De plus, conformément à la *Déclaration de Gaborone* (voir encadré 20.1), le capital naturel devra être intégré dans un système national de comptabilité.

Priorité à une éducation de qualité

L'éducation de qualité est une autre priorité du *Plan stratégique* pour 2025. Quatre lycées technologiques de 1 000 places seront créés pour accueillir au moins 20 % des élèves scolarisés dans les filières technologiques (contre 8 % actuellement) et fournir ainsi des employés qualifiés à des secteurs économiques décisifs (bois, forêts, exploitation minière[7], métallurgie, tourisme).

Afin d'adapter les programmes universitaires aux besoins du marché, les universités actuelles seront modernisées et une *Cité verte de l'éducation et du savoir* sera créée à Booué, au centre du pays. Construit à partir de matériaux écologiques et utilisant des énergies propres, ce complexe regroupera un campus, des centres de recherche et des logements modernes. Les universités étrangères seront invitées à venir s'y installer. Un fonds de recherche sera créé pour financer les projets universitaires sélectionnés par voie de concours, et un technoparc informatique sera construit en collaboration avec l'Agence nationale des infrastructures numériques et des fréquences.

6. Le Président gabonais Ali Bongo Ondimba est entré en fonctions en octobre 2009.

7. En 2010, le Gabon aurait attiré, d'après le gouvernement, plus de 4 milliards de dollars É.-U. d'investissements dans les secteurs du bois, de l'agriculture et des infrastructures.

Toutes les écoles primaires et secondaires seront équipées d'une salle multimédia et un mécanisme sera mis en place pour permettre aux professeurs et aux étudiants universitaires d'acquérir un ordinateur.

Le plan prévoit en parallèle une vaste réforme administrative et juridique en vue d'améliorer l'efficacité et d'encourager l'État de droit. Plusieurs entités seront créées pour favoriser une éducation de qualité, parmi lesquelles le Conseil national de l'éducation, de la formation et de la recherche, qui sera chargé d'évaluer la mise en œuvre de la politique éducative du gouvernement.

Mesures prises pour la mise en œuvre du *Plan stratégique*

Le gouvernement a pris un certain nombre de mesures, depuis 2011, en vue de la mise en œuvre du *Plan stratégique Gabon émergent*. Par exemple :

- Création d'une Unité de recherche sur la tuberculose à l'hôpital Albert Schweitzer de Lambaréné en février 2011, pour faire face à la prévalence croissante de cette maladie ;
- Création d'un Centre transnational de recherche sur l'environnement et le développement commun au Gabon et à l'Université de l'Oregon (États-Unis) en juin 2011, qui se consacre, d'une part, à l'atténuation et à l'adaptation au changement climatique et, d'autre part, à la gouvernance environnementale, y compris au développement de l'écotourisme ;
- Construction d'une École des mines et de métallurgie à Moanda en octobre 2012, en vue d'augmenter le nombre de scientifiques et d'ingénieurs dans ces domaines ;
- Ouverture d'un campus numérique à l'École des eaux et des forêts en février 2013 en vue d'augmenter le nombre d'ingénieurs ;
- Création de trois nouveaux centres de formation et de perfectionnement professionnels en juin 2013 ;
- Remise officielle du *Plan national Climat* au président gabonais en novembre 2013 par le Conseil national sur les changements climatiques, une instance créée par décret présidentiel en avril 2010 ;
- Création d'un Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique en avril 2014 ;
- Adoption en août 2014 de la loi portant orientation du développement durable, qui suscite des inquiétudes au sein de la société civile au sujet de la protection des droits territoriaux des tiers, et plus particulièrement des communautés locales et autochtones (Malouna, 2015).

Le gouvernement a récemment conclu deux partenariats public-privé. En décembre 2012, il a entamé une démarche de prévention du VIH par le jeu auprès des jeunes, en partenariat avec Shell Gabon. En février 2013, il s'est également associé à Ireland Blyth Ltd en vue de développer l'industrie marine et des produits de la mer au Gabon.

GUINÉE ÉQUATORIALE



Engagement international et production nationale limitée

L'Université nationale de Guinée équatoriale (UNGE), fondée en 1995, constitue la principale institution d'enseignement supérieur du pays. Elle se compose de facultés d'agriculture, d'administration, d'éducation, d'ingénierie, de pêche et de médecine.

En 2012, le Président Obiang Nguema Mbasogo a débloqué des fonds destinés au Prix international UNESCO-Guinée équatoriale pour la recherche en sciences de la vie. En plus de récompenser les recherches menées par des personnes individuelles, des institutions ou autres, ce prix encourage l'établissement et le développement de centres d'excellence en sciences de la vie. Le fait qu'il soit de caractère international et non réservé aux citoyens de Guinée équatoriale a suscité des critiques dans le pays, car le taux de pauvreté national reste très élevé, malgré un classement parmi les pays à revenu élevé obtenu grâce à la rente pétrolière.

En février 2013, la Guinée équatoriale s'est portée candidate auprès de l'Union africaine pour accueillir l'Observatoire africain de la science, de la technologie et de l'innovation, qui a pour mission de collecter les données relatives aux capacités de STI du continent. Seul candidat avec un budget de 3,6 millions de dollars des États-Unis, le pays a remporté l'appel d'offres. L'avancement des travaux est freiné depuis par divers obstacles administratifs et politiques.

Malgré ces deux engagements internationaux de haut niveau, peu d'informations sont disponibles sur la politique de STI de la Guinée équatoriale et sur sa mise en œuvre. Il est assez ironique de noter que le pays ne participe pas aux enquêtes statistiques sur la STI. La plateforme de recherche Web of Science a répertorié seulement 27 articles scientifiques publiés en Guinée équatoriale entre 2008 et 2014, ce qui place le pays à égalité avec les Comores et la Somalie pour cet indicateur (figure 19.8).

KENYA



Une loi qui change la donne ?

Au Kenya, la politique de STI a reçu une impulsion majeure avec la loi sur la science, la technologie et l'innovation votée en 2013. Celle-ci contribue à la réalisation du programme *Kenya Vision 2030*, qui prévoit la transformation du pays en une économie à revenu intermédiaire de la tranche supérieure dotée d'une main-d'œuvre qualifiée entre 2008 et 2030. Le pays abrite déjà plusieurs pôles de formation et de recherche en sciences de la vie[8], dont le Réseau de biosciences d'Afrique centrale et orientale (encadré 19.1) et le Centre international sur la physiologie et l'écologie des insectes. Conformément à la *Vision 2030*, le Kenya participe également

8. Nairobi est aussi le siège du Réseau africain d'institutions scientifiques et technologiques (RAIST), une ONG hébergée par l'UNESCO depuis sa création en 1980, qui octroie des bourses doctorales et de deuxième cycle, ainsi que des subventions de voyage. Depuis 2010, le RAIST a attribué 45 bourses L'Oréal-UNESCO Pour les Femmes et la Science en vue d'encourager la recherche et l'innovation.

au programme des Centres d'excellence de l'Afrique de l'Est pour les compétences et l'enseignement supérieur en sciences biomédicales, créé par la BAD (encadré 19.2).

La *Vision 2030* comporte plusieurs projets phares :

- Cinq parcs industriels destinés à des PME, principalement dans le domaine de l'agroalimentaire, sont en construction dans de grands centres urbains ;
- Le Parc industriel et technologique de Nairobi est à l'étude dans le cadre d'une coentreprise avec l'Université Jomo Kenyatta d'agriculture et de technologie ;
- La Cité technologique de Konza est en construction près de Nairobi (encadré 19.4) ;
- L'énergie géothermique se développe dans la vallée du Rift, dans le cadre d'un programme visant à produire 23 000 MW qui mobilise des capitaux privés aux fins du développement de l'énergie renouvelable (encadré 19.5) ;
- La construction du plus grand parc éolien d'Afrique a commencé en 2014, dans le cadre du Projet d'énergie éolienne du lac Turkana ;
- Conscient du potentiel économique des TIC, le gouvernement a annoncé en décembre 2013 la création de plates-formes d'incubation technologique dans ses 47 comtés.

En vertu de la loi sur la science, la technologie et l'innovation, le Ministère de l'éducation, des sciences et des technologies est chargé de formuler, de promouvoir et de mettre en œuvre des politiques et des stratégies relatives à l'enseignement supérieur, à la STI en général et à la R&D en particulier, ainsi qu'à la formation technique, industrielle, professionnelle et à l'entrepreneuriat.

La loi a institué une Commission nationale pour la science, la technologie et l'innovation, organe régulateur et consultatif également chargé de l'assurance qualité. Ses fonctions sont les suivantes :

- Développer les domaines prioritaires de la STI, coordonner la mise en œuvre et le financement des politiques avec les autres organismes institutionnels, y compris les collectivités locales, la nouvelle Agence nationale pour l'innovation et le récent Fonds national pour la recherche (voir page suivante) ;
- Délivrer l'accréditation des instituts de recherche ;
- Encourager la participation du secteur privé à la R&D ;
- Procéder à l'examen annuel des systèmes de recherche scientifique.

Par ailleurs, la loi sur la STI a autorisé la Commission nationale pour la science, la technologie et l'innovation à créer des comités de recherche consultatifs afin de la conseiller au sujet de certains programmes et projets, de tenir une base de données à ce propos et de faciliter la R&D et l'éducation, en particulier dans certains domaines pertinents. Elle impose en outre à toute personne désireuse de s'engager dans la R&D d'obtenir une licence d'État.

L'Agence nationale pour l'innovation a été créée au titre de cette loi afin de développer et de gérer le système d'innovation kényan. Elle s'est vu confier entre autres les tâches suivantes :

- Institutionnalisation des relations entre les parties prenantes concernées, y compris les universités, les institutions de recherche, le secteur privé et l'État ;
- Création de parcs scientifiques et de l'innovation ;
- Promotion d'une culture de l'innovation ;
- Préservation des normes pertinentes et maintenance des bases de données ;
- Diffusion des connaissances scientifiques.

La loi sur la STI a également créé le Fonds national de la recherche, qui doit recevoir 2 % du PIB national à chaque exercice fiscal. Cette enveloppe non négligeable devrait permettre au

Encadré 19.4 : La Cité technologique de Konza, « Silicon Savannah » du Kenya

Au départ, la Cité technologique de Konza devait être un technoparc centré sur l'externalisation des processus métiers et les services informatiques. En 2009, les autorités kényanes ont conclu un accord avec la Société financière internationale en vue de la réalisation d'une étude de faisabilité initiale. Cependant, au cours de l'étude, les consultants en conception partenaires ont recommandé de faire évoluer le projet vers une cité technologique. Les autorités kényanes ayant donné leur aval, Konza est devenue la « Silicon Valley », ou plutôt la « Silicon Savannah », du Kenya.

Un terrain de plus de 2000 hectares, situé à 60 km de Nairobi, a été acheté en 2009, et les investissements en installations nouvelles (voir glossaire, p. 742) ont commencé. L'accord de financement repose sur un modèle de partenariat public-privé en vertu duquel le gouvernement fournit les infrastructures de base et le cadre stratégique et réglementaire de soutien, laissant aux investisseurs privés la charge de la construction et du développement industriel. À terme, Konza devrait réunir un campus, des résidences, des hôtels, des écoles, des hôpitaux et des installations de recherche.

Le développement de la cité est dirigé par l'Autorité de développement du technopôle de Konza, qui est responsable de la commercialisation, du bail des terrains, de l'encadrement du développement immobilier, de la gestion des financements publics et privés et des relations avec les autorités locales pour garantir la qualité des services. La construction a commencé début 2013 et devrait durer vingt ans. La Cité technologique de Konza devrait créer 20 000 emplois dans l'informatique d'ici 2015 et 200 000 d'ici 2030.

Source : www.konzacity.go.ke ; BBC (2013).

Encadré 19.5 : L'énergie géothermique au service du développement du Kenya

Un Kényan sur cinq seulement a accès à l'électricité, et la demande augmente (tableau 19.1). Près de la moitié de la production électrique est d'origine hydraulique, mais la fréquence croissante des sécheresses provoque des coupures d'eau et d'électricité qui nuisent à tous les secteurs de l'économie kényane. À titre de mesure palliative, le gouvernement a engagé des sociétés privées du secteur de l'énergie qui importent des combustibles fossiles tels que le charbon ou le diesel, une solution onéreuse qui pollue en outre considérablement l'atmosphère.

Le document *Vision 2030* (2008) recensait l'énergie parmi les piliers du développement stratégique national. Mise en œuvre par le biais d'une succession de plans quinquennaux à moyen terme, cette vision s'est fixé l'objectif ambitieux de porter la capacité électrique nationale à 21 000 MW d'ici 2030, contre 1 500 MW actuellement.

Pour relever ce défi énergétique tout en conservant une empreinte carbone faible, le Kenya projette de développer ses champs géothermiques dans la vallée du Rift. Ceux-ci n'ont pas encore été correctement exploités jusqu'à présent, alors qu'ils pourraient produire 14 000 MW selon les estimations. À l'heure actuelle, la capacité géothermique installée correspond à 1,5 % à peine de ce potentiel.

La Geothermal Development Company (GDC) a été fondée en 2009 en vertu de la loi sur l'énergie de 2006 visant à mettre en œuvre la *Politique énergétique nationale*. Entité publique protégeant les investisseurs contre les risques élevés des investissements en capital associés au forage de puits géothermiques, la GDC devrait forer jusqu'à 1 400 puits pour explorer les perspectives de la vapeur et mettre les puits productifs à la disposition des investisseurs ayant remporté l'appel d'offres auprès des entreprises d'électricité publiques et privées.

Pour l'exercice fiscal 2012-2013, l'État kényan a accordé un budget de 340 millions de dollars des États-Unis en vue de l'étude et du développement de l'énergie géothermique et du charbon. Sur ce montant, 20 millions seulement sont revenus à la GDC.

Source : WWAP (2014).

Kenya d'atteindre son objectif d'un ratio DIRD/PIB de 2 % en 2014 (contre 0,79 % auparavant).

La *Politique nationale de science, de technologie et d'innovation* a été révisée en 2012 et attend l'aval du parlement. La version provisoire sert néanmoins de document de référence au Ministère de l'éducation, des sciences et des technologies.

Vers la numérisation du Kenya

En août 2013, le Ministère de l'information, des communications et des technologies a créé une Autorité des technologies de l'information et de la communication sous le statut d'entreprise d'État. Ses fonctions comprennent la gestion centralisée de toutes les fonctions des TIC publiques : gestion des normes de TIC au sein des administrations et promotion des compétences, des capacités, des innovations et des entreprises en la matière, conformément au *Plan directeur national de TIC : vers un Kenya numérique*, portant sur la période 2014-2018.

Ces dernières années, on a assisté à une explosion des activités de TIC au Kenya, souvent centrées sur des pôles d'innovation. iHub est l'un des premiers à avoir vu le jour. Créé en 2010 à Nairobi par un technicien indépendant du nom d'Erik Hersman, il visait à offrir un espace d'ouverture à la communauté technologique, notamment aux jeunes entrepreneurs, aux programmeurs, aux investisseurs et aux entreprises technologiques. iHub a noué des relations avec plusieurs multinationales, dont Google, Nokia et Samsung, ainsi qu'avec le Conseil des TIC du gouvernement kényan (Hersman, 2012).

@iLabAfrica est un autre pôle d'innovation, créé en janvier 2011 en qualité de centre de recherche au sein de la Faculté des technologies de l'information de l'Université de Strathmore, un établissement privé de Nairobi. Il vise à stimuler la recherche, l'innovation et l'entrepreneuriat dans le domaine des TIC.

La création de programmes d'incubation sur l'innovation constitue l'un des corollaires des avancées au Kenya. NaiLab en est un parfait exemple : cet incubateur pour start-up dans le domaine des TIC offre un programme de trois à six mois de formation à l'entrepreneuriat. Il a vu le jour sous forme d'entreprise privée en 2011, en collaboration avec la plateforme de financement participatif 1%CLUB et la société d'experts-conseils Accenture. En janvier 2013, le gouvernement kényan s'est associé à NaiLab pour lancer un programme triennal d'incubation d'une valeur de 1,6 million de dollars des États-Unis afin de soutenir le secteur national naissant des start-up technologiques (Nsehe, 2013). Ces fonds permettront à l'incubateur d'agrandir sa zone d'activité à d'autres villes du Kenya, pour aider les start-up à obtenir des informations, des capitaux et des contacts commerciaux.

Nairobi est également le siège de m:Lab East Africa, qui fournit une plate-forme pour l'entrepreneuriat mobile, l'incubation d'entreprise, la formation de concepteurs de logiciels et l'essai d'applications.

OUGANDA



La durabilité au cœur de la politique de STI

L'objectif premier de la *Politique nationale de science, de technologie et d'innovation* (2009) est de « renforcer la capacité nationale à produire, diffuser et appliquer des connaissances et compétences scientifiques et des technologies qui garantissent une utilisation durable des ressources naturelles en vue de la réalisation des objectifs de développement de l'Ouganda ».

Cette politique précédait la *Vision 2040* de l'Ouganda, adoptée en avril 2013 pour « transformer la société ougandaise paysanne en un pays moderne et prospère d'ici trente ans », selon les mots du Conseil des ministres. La *Vision 2040* entend renforcer le secteur

privé, améliorer l'éducation et la formation, moderniser les infrastructures et les secteurs sous-développés des services et de l'agriculture, favoriser l'industrialisation et promouvoir la bonne gouvernance, entre autres. Parmi les domaines pouvant favoriser le développement économique du pays figurent le pétrole et le gaz, le tourisme, les minerais et les TIC.

Initiative scientifique du Millénaire et fonds pour l'innovation

Le Conseil national pour les sciences et la technologie (NCST) dépend du Ministère des finances, de la prévision et du développement économiques. Elle poursuit les objectifs stratégiques suivants : rationalisation de la politique de S&T afin de stimuler l'innovation technologique ; amélioration du système national de recherche, de propriété intellectuelle, de développement de produits et de transfert de technologies ; renforcement de l'acceptation de la science et de la technologie par le public ; et modernisation des capacités de recherche institutionnelle.

En 2007, le NCST a lancé l'Initiative scientifique du Millénaire (2007-2013), cofinancée par la Banque mondiale. À une époque où le secteur économique formel et les investissements réels se développaient rapidement, il a estimé que des progrès économiques continus exigeraient un recours accru au savoir et des ressources humaines plus nombreuses et plus qualifiées en science et en technologie[9]. Dans l'enseignement supérieur, elle a cerné les problèmes suivants :

- Il existe très peu de diplômes scientifiques, et les effectifs inscrits en sciences fondamentales sont négligeables. Les laboratoires sont généralement rares, sous-équipés et obsolètes ;
- Il existe très peu de financements pour les dépenses d'investissement ou récurrentes liées aux formations en S&T. La quasi-totalité du financement de la recherche provient de sources extérieures (donateurs), ce qui nuit à sa pérennité et complique l'élaboration d'un programme national de recherche au service du développement ;
- Malgré les effectifs croissants, très peu d'attention systématique est accordée au développement de l'enseignement supérieur de deuxième cycle et de troisième cycle en Ouganda. Moins de 500 professeurs sont titulaires d'un doctorat dans tout le pays, et il n'est pas décerné plus de 10 nouveaux doctorats par an en sciences et en sciences de l'ingénieur ;
- Les politiques tarifaires et le manque d'infrastructures adéquates de S&T contribuent à la multiplication des programmes de premier cycle en arts et en sciences humaines, aux dépens des filières scientifiques et technologiques, dont les effectifs diminuent par suite d'un manque général d'intérêt ;
- Les universités et le système d'enseignement supérieur en général, qu'il soit public ou privé, n'ont pas mis en place de stratégies pour améliorer les conditions de recherche ;

Pour résoudre ces problèmes, l'Initiative scientifique du Millénaire intègre les éléments suivants :

- Un mécanisme de financement a offert des subventions par voie de concours par le biais de trois volets : la recherche de haut niveau, impliquant des chercheurs expérimentés et des étudiants de deuxième et troisième cycle ; la création de programmes de premier cycle en recherche fondamentale

9. Voir www.uncst.go.ug/epublications/msi_pip/intro.htm.

Encadré 19.6 : Le Fonds présidentiel pour l'innovation en Ouganda

Lorsque le Président Museveni a visité l'Université de Makerere en décembre 2009, il a remarqué que de nombreux étudiants de premier cycle avaient produit des prototypes de machines et de dispositifs intéressants et que les doctorants et chercheurs principaux travaillaient sur des inventions capables de transformer la société rurale ougandaise, mais que l'innovation était freinée par le manque de laboratoires de recherche et d'enseignement modernes.

Après sa visite, il a décidé de créer un Fonds présidentiel pour l'innovation, doté d'un budget de 25 milliards de shillings ougandais (environ 8,5 millions de dollars É.-U.) échelonné sur cinq ans pour soutenir les projets d'innovation du Collège universitaire d'ingénierie, d'arts, de design et de technologie.

Le fonds est entré en vigueur en juillet 2010. Il a financé la modernisation des laboratoires et la mise en œuvre de 10 projets de l'université. Il a également financé des programmes scientifiques et d'ingénierie de premier cycle, des partenariats entre l'université et le secteur privé, des stages d'étudiants, l'élaboration d'une politique scientifique et des activités de vulgarisation scientifique dans les écoles et les communautés.

En 2014, les projets avaient créé :

- un système de gestion des dossiers universitaires ;
- plus de 30 laboratoires Internet (ilabs) au Département de génie électrique et informatique ;
- un incubateur d'entreprises, le Centre pour la conception et le développement technologique ;
- un Centre sur les énergies renouvelables et la conservation de l'énergie ;
- plus de 30 groupes d'innovation spécialisés dans le métal, le sel, le café, le lait, l'ananas, etc. ;
- un système d'irrigation adapté ;
- un projet de conception automobile (la voiture Kiira EV), devenu depuis le Centre de recherche sur les technologies des transports ;
- des « makapads », les seules protections hygiéniques africaines fabriquées à partir de matériaux naturels (papyrus et papier), utilisables également en cas de maternité ;
- un Centre communautaire de ressources sans fil.

Source : https://cedat.mak.ac.ug/research/.presidential-initiative-project.

et en sciences de l'ingénieur ; et un soutien à la coopération avec le secteur privé, sous la forme de stages en entreprise pour les étudiants et de subventions pour les plates-formes technologiques grâce auxquelles les entreprises et les chercheurs peuvent collaborer à la résolution des problèmes revêtant un intérêt direct pour l'industrie ;

- Un programme de sensibilisation a proposé la visite de scientifiques et chercheurs de premier plan dans les écoles pour modifier les perceptions négatives qui dissuadent les Ougandais de se lancer dans une carrière scientifique. Une Semaine nationale de la science a également été créée. Ce second volet a cherché en parallèle à renforcer les capacités institutionnelles du NCST et de l'Institut ougandais de recherche industrielle et, plus généralement, à améliorer la mise en œuvre, l'évaluation et le suivi des politiques.

En juillet 2010, l'Initiative présidentielle en matière de science et de technologie a insufflé un nouvel élan dans ce domaine en créant un fonds en faveur de l'innovation à l'Université de Makerere pour les cinq prochaines années (encadré 19.6).

Des pôles d'innovation florissants

L'Autorité ougandaise de l'investissement est un organisme parapublic qui travaille de concert avec le gouvernement pour faciliter les investissements du secteur privé. L'un de ses secteurs les plus florissants est celui des TIC. Ce dernier reçoit en effet depuis quelques années des investissements importants visant à développer le réseau des infrastructures dorsales du pays, composé de câbles en fibre optique et de l'équipement associé, ainsi que les infrastructures à large bande mobile.

L'Ouganda possède un pôle d'innovation florissant, Hive Colab, lancé en 2010 par AfriLabs et dirigé par Barbara Birungi. Il sert d'espace collaboratif facilitant les interactions entre les entrepreneurs technologiques, les développeurs d'applications Internet et mobile, les concepteurs, les investisseurs (y compris en capital-risque) et les donateurs. Hive Colab fournit des installations, un soutien et des conseils à ses membres pour les aider à lancer avec succès leur start-up. Il fournit également une plateforme d'incubation virtuelle visant à faciliter les activités liées à l'entrepreneuriat, en particulier dans les zones rurales. Ses trois domaines d'action sont les TIC et les technologies mobiles, les technologies climatiques et l'innovation agroalimentaire.

Un autre incubateur, CURAD Limited (en français Consortium pour l'amélioration de la réactivité des universités au développement du secteur agroalimentaire), est un partenariat public-privé qui cible les jeunes innovateurs dans le secteur agroalimentaire afin de créer des entreprises et des emplois. Lancée en mai 2014, cette société à but non lucratif est basée à l'Université de Makerere.

En septembre 2013, le gouvernement a ouvert un Centre d'incubation pour l'externalisation des processus métiers au Bureau ougandais de statistique (Biztech Africa, 2013). Ce centre de 250 places est régi par trois sociétés privées. Le gouvernement ougandais cible cette industrie pour lutter contre le chômage des jeunes et stimuler les investissements dans les services adaptés aux technologies de l'information. L'incubation d'entreprise et la recherche en STI sont également encouragées par l'Institut ougandais de recherche industrielle.

Deux prix annuels ont par ailleurs servi d'incitation à l'innovation en Ouganda. Chaque année depuis 2012, Orange Uganda, une division de France Telecom, parraine les Prix communautaires de l'innovation, un concours d'applications mobiles qui encourage les étudiants d'université à innover dans les domaines de l'agriculture, de la santé et de l'éducation. Depuis 2010, la Commission ougandaise des communications a également organisé des Prix annuels de l'innovation en matière de communication, qui récompensent l'excellence dans les innovations de TIC contribuant aux objectifs nationaux de développement. Les prix sont décernés dans plusieurs catégories, telles que le contenu numérique, les TIC pour le développement, l'excellence du service, l'excellence commerciale et les jeunes innovateurs.

Augmentation du nombre de chercheurs et des dépenses en R&D

L'Ouganda fournit des données relativement détaillées sur la recherche, ce qui permet d'en suivre les progrès. Le financement de la R&D a augmenté entre 2008 et 2010 de 0,33 % à 0,48 % du PIB. La part du secteur des entreprises dans ces financements a progressé de 4,3 % à 13,7 % sur cette même période, et les dépenses en sciences de l'ingénieur de 9,8 % à 12,2 %, au détriment de la R&D agricole, qui représente désormais 16,7 % des dépenses totales contre 53,6 % auparavant, selon l'Institut de statistique de l'UNESCO.

Toujours selon ce dernier, le nombre de chercheurs augmente régulièrement depuis dix ans ; il a même doublé entre 2008 et 2010, passant de 1 387 à 2 823. Cela représente un bond de 44 à 83 chercheurs par million d'habitants. Un chercheur sur quatre est une femme (figure 19.3).

Les inscriptions dans l'enseignement supérieur sont passées de 93 000 à 140 000 entre 2006 et 2011, dans un contexte de forte croissance de la population (3,3 % par an). En 2011, 4,4 % des jeunes Ougandais étaient inscrits à l'université (tableaux 19.1, 19.3 et 19.4).

Le nombre de publications scientifiques a triplé entre 2005 et 2014, mais les recherches continuent de se concentrer sur les sciences de la vie (figure 19.8). En 2014, l'Institut ougandais de recherche industrielle a été sélectionné pour un programme développant des centres d'excellence en sciences biomédicales (encadré 19.2). Fait intéressant, l'Afrique du Sud et le Kenya figurent parmi les cinq premiers partenaires de recherche de l'Ouganda (figure 19.8).

RÉPUBLIQUE CENTRAFRICAINE



Priorité à la rescolarisation des enfants réfugiés

La guerre civile qui fait rage depuis 2012 a défait le tissu social national et provoqué le déplacement de 200 000 personnes (selon les estimations). Depuis que le Président Bozizé a fui le pays en 2013, Michael Djotodia puis Catherine Samba-Panza lui ont succédé, cette dernière exerçant les fonctions de présidente intérimaire depuis janvier 2014.

Grâce à la trêve fragile entrée en vigueur en juillet 2014 et à la présence de forces de maintien de la paix internationales sur le terrain, le pays a entamé la réhabilitation de ses infrastructures. Le gouvernement de transition actuel et le Ministère de l'éducation

nationale, de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique ont reçu pour mission de promouvoir la STI dans une optique de redressement et de développement durable de la République centrafricaine. La première priorité du Ministère est cependant de faire renaître le système éducatif, de l'école primaire aux établissements universitaires. Le principal défi dans ce secteur tient au fait que beaucoup d'enfants en âge de fréquenter l'école vivent dans des camps de réfugiés, une situation aggravée par l'exode des personnes instruites, y compris les enseignants.

RÉPUBLIQUE DU CONGO



Un élan en faveur de la modernisation et de l'industrialisation

La République du Congo était la quatrième économie la plus florissante du monde en 2010, d'après la Banque mondiale. Le gouvernement prévoit de hisser le pays parmi les économies émergentes d'ici 2025 en s'appuyant sur sa *Vision 2025*. Adopté en 2011, ce document prévoit la diversification et la modernisation de l'économie, très tributaire du pétrole, ainsi que le développement de l'enseignement secondaire et supérieur afin de fournir le socle de compétences nécessaire. Pour encourager l'État de droit, l'accent est mis sur le renforcement d'une démocratie participative et inclusive. Des programmes ont été créés pour développer les liaisons physiques (transports) et virtuelles (TIC) vers les marchés nationaux et étrangers. Deux grands projets d'infrastructures ont été lancés : la construction d'un barrage à Imboulou (120 MW) et la réhabilitation de la société de chemin de fer Congo Océan.

Dans le cadre d'un contrat de trois ans signé en décembre 2014, l'UNESCO aide le Congo à renforcer la recherche et l'innovation en cartographiant son écosystème de STI et en concevant des instruments qui contribueront à améliorer la mise en œuvre des politiques et le statut des chercheurs. L'un des obstacles à l'innovation réside dans la méconnaissance des droits de propriété intellectuelle, qui a permis à des concurrents mieux informés de faire breveter les nouvelles connaissances acquises (Ezeanya, 2013). En 2004, le Congo a sollicité l'aide de l'UNESCO en vue de l'élaboration d'une politique scientifique et technologique nationale[10]. Cette démarche a abouti à l'adoption d'un plan d'action pour 2010-2016. Le nouvel accord renforce les programmes existants en ciblant la modernisation et l'industrialisation.

Signe de l'importance accordée à la STI, le Ministère de la recherche scientifique et de l'innovation technologique a été séparé du Ministère de l'enseignement supérieur, du Ministère de l'enseignement primaire, secondaire et de l'alphabétisation et du Ministère de l'enseignement technique et professionnel, de la formation qualifiante et de l'emploi. En janvier 2012, le Ministère de la recherche scientifique et de l'innovation technologique a conclu un partenariat avec la société congolaise ISF Technologies en vue d'élaborer des solutions de TIC à intégrer à l'informatique décisionnelle pour optimiser la performance des entreprises.

Au Congo, les relations entre universités et industries naissent souvent d'initiatives individuelles des universités, destinées à soutenir les petites entreprises. C'est ainsi que l'école d'ingénieurs privée de l'ICAM, à Pointe-Noire et Douala, a créé en novembre 2013 un programme proposant une assistance technique aux PME.

RWANDA



Priorité aux infrastructures, à l'énergie et à l'innovation « verte »

Dans un contexte de croissance démographique et économique rapide, la STI constitue l'une des clés du développement durable du Rwanda. Cette conviction est inscrite dans la *Vision 2020* du Rwanda (2000), qui entend faire de lui un pays à revenu intermédiaire d'ici 2020, et dans sa *Politique nationale de science, de technologie et d'innovation*, publiée en octobre 2005 avec le concours de l'UNESCO et de l'Université des Nations Unies. La priorité accordée à la STI transparaît également dans la première *Stratégie de développement économique et*

10. Pour en savoir plus sur la collaboration de l'UNESCO avec la République du Congo depuis 2004, voir le *Rapport de l'UNESCO sur la science 2010*.

Tableau 19.6 : **Diplômés universitaires au Rwanda, 2012/2013**

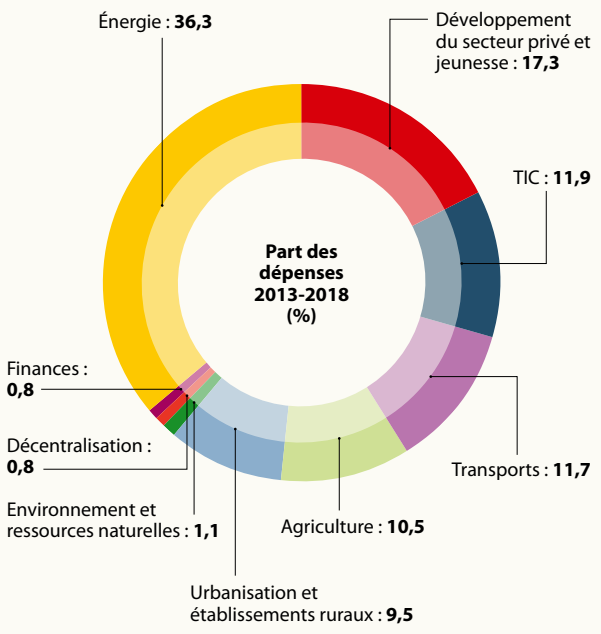
	Premier cycle		Deuxième cycle		Doctorat	
	Hommes	Femmes	Hommes	Femmes	Hommes	Femmes
Éducation	763	409	3	3	0	0
Sciences humaines et arts	187	60	0	0	1	0
Sciences sociales, commerce et droit	3 339	3 590	261	204	0	0
Sciences	364	204	1	6	0	0
Sciences de l'ingénieur, industrie manufacturière et bâtiment	462	205	39	11	0	0
Agriculture	369	196	0	0	0	0
Santé et affaires sociales	125	211	5	4	0	0
Services	171	292	0	0	0	0
TOTAL	**5 780**	**5 167**	**309**	**228**	**1**	**0**

Source : Gouvernement du Rwanda.

de réduction de la pauvreté (EDPRS) 2008-2012. Bien que la STI ne soit pas citée explicitement dans les priorités du deuxième volet, *EDPRS-II* (2013-2018), elle est sous-entendue par l'importance qui y est accordée aux TIC, à l'énergie et à l'innovation « verte » (figure 19.10) et par sa proposition de créer un Centre d'innovation sur le changement climatique et l'environnement. Les cinq priorités sont les suivantes :

- Investir dans des infrastructures matérielles et immatérielles pour satisfaire la demande énergétique du secteur privé : conformément à la *Politique énergétique* (2012), la procédure de passation de marchés sera plus transparente et plus compétitive ; les finances publiques serviront à couvrir les risques des projets de production d'électricité pour le secteur privé afin d'intéresser un éventail plus large d'investisseurs à des conditions plus avantageuses ; un fonds de développement des énergies sera créé avec l'aide de donateurs pour financer des études de faisabilité relatives aux ressources en géothermie, en tourbe et en méthane ainsi qu'à l'hydroélectricité ; par ailleurs, la Zone économique de Kigali entrera également en fonction, avec un technopôle associé ;
- Améliorer l'accès aux ressources et aux biens publics dans les secteurs économiques prioritaires en construisant un nouvel aéroport international, en développant la compagnie aérienne nationale (Rwandair) et en validant les plans pour la création d'une liaison ferroviaire ; un intérêt stratégique sera également accordé aux exportations et aux réexportations vers le Burundi et l'est de la République démocratique du Congo ; des investissements sont également prévus dans des infrastructures aussi bien souples que massives afin de stimuler la croissance dans les secteurs du tourisme et des matières premières et d'augmenter les exportations dans les secteurs manufacturier et agroalimentaire ;
- Renforcer le processus d'investissement en ciblant les investisseurs étrangers importants dans les secteurs économiques prioritaires, en accroissant l'épargne à long terme et en augmentant, par ricochet, le volume de crédits offert au secteur privé à hauteur de 30 % du PIB d'ici 2018, mais aussi en consolidant le secteur privé à l'aide d'une réforme fiscale et réglementaire ;
- Faciliter et gérer l'urbanisation, y compris par la promotion de logements financièrement abordables ;
- Appliquer une démarche d'« économie verte » en vue d'une transformation économique, en ciblant une urbanisation et une innovation vertes dans les industries publiques et privées ; une cité verte pilote sera lancée en 2018 pour « tester et promouvoir une nouvelle approche de l'urbanisation » reposant sur des technologies variées pour créer des villes durables ; en parallèle, un cadre de comptabilité écologique sera mis en place pour évaluer les avantages économiques de la protection de l'environnement.

Figure 19.10 : **Répartition des domaines prioritaires pour la *Transformation économique du Rwanda* à l'horizon 2018**



Source : Gouvernement du Rwanda (2013), *EDPRS-II*, 2013-2018.

Il n'existe pas de ministère dédié à la science et à la technologie au Rwanda, mais, en 2009, une Direction générale des sciences, de la technologie et de la recherche a été rattachée au Ministère de l'éducation en vue de la mise en œuvre de la *Politique nationale de science, de technologie et d'innovation*. En 2012, le gouvernement a officiellement créé une Commission nationale des sciences et technologies. Stratégiquement rattachée à la Primature en qualité d'instance de conseil sur les questions relatives à la STI dans tous les secteurs économiques, elle est entrée en fonction en 2014.

L'Agence nationale de recherche et développement industriels a été créée en juin 2013, conformément à la *Politique industrielle nationale* d'avril 2011. La principale mission de cet organe de recherche consiste à produire des solutions technologiques et industrielles endogènes pour répondre aux besoins du marché national et régional.

Vers la création d'un pôle africain des TIC

Au cours des cinq dernières années, le Rwanda a mis en place des infrastructures visant à faire de lui un pôle africain des TIC. Le Réseau métropolitain de Kigali est l'une d'entre elles : il s'agit d'un réseau de fibres optiques reliant toutes les institutions du gouvernement à un réseau dorsal national de haute capacité assurant la connectivité de tout le pays. Le réseau dorsal national relie également le Rwanda à ses voisins, notamment l'Ouganda et la Tanzanie, et, par leur intermédiaire, aux câbles sous-marins SEACOM et EASSy.

Le Centre d'innovation sur les technologies de l'information (kLab) a ouvert ses portes en 2012. Il a été conçu comme un endroit où les jeunes développeurs de logiciels et les jeunes diplômés de l'université en informatique et en sciences de l'ingénieur peuvent venir travailler sur leurs projets d'entreprise. Cet incubateur technologique s'est associé à des universités, à des centres de recherche et à des entreprises privées pour offrir un mentorat aux start-up innovantes et les aider à acquérir des

compétences en gestion d'entreprise et à bénéficier du transfert de technologies. kLab est soutenu depuis sa création par le Conseil de développement du Rwanda.

En 2012, le Rwanda a construit des installations d'hébergement de données ultramodernes pour les institutions publiques et privées, le Centre national de données. Un système de gestion des informations de santé (TRACnet) a également été déployé à partir de 2005 pour améliorer l'efficacité des programmes rwandais de lutte contre le VIH et le sida et pour améliorer la qualité des soins prodigués aux patients dans tout le pays.

Le gouvernement prépare également un technoparc de TIC à Kigali, en partenariat avec l'Université de Carnegie Mellon et la BAD, pour un investissement total de 150 millions de dollars des États-Unis. Ce parc accompagnera la croissance des pôles industriels suivants : énergie ; Internet, multimédia et télécommunications mobiles ; savoir ; administration en ligne ; finances ; et services et exportation de TIC.

Vers une meilleure qualification des scientifiques et des ingénieurs

En 2012, l'Université Carnegie Mellon au Rwanda a été nommée centre régional d'excellence en matière de TIC. Il s'agit de la première institution de recherche américaine à délivrer des diplômes en Afrique par le biais d'une présence sur place. Le gouvernement a décidé de s'associer à cette université privée de premier plan aux États-Unis pour former des ingénieurs et des cadres de TIC qui savent concilier technologie, sens des affaires et innovation pour répondre aux besoins de l'industrie.

Le Rwanda comptait seulement 11,8 articles par million d'habitants recensés sur la plateforme de recherche Web of Science en 2014 (figure 19.8). En septembre 2013, le Parlement a adopté une loi faisant de l'Université du Rwanda une institution de recherche universitaire autonome. Cette grande université est le fruit de la fusion de sept institutions publiques d'enseignement supérieur. La philosophie à l'origine de sa création visait à produire des diplômés mieux formés et à renforcer les capacités de recherche du système universitaire rwandais. L'Université du Rwanda a déjà conclu un accord avec l'Agence suédoise de développement international en vue de la délivrance de 1 500 doctorats entre 2012 et 2022.

En octobre 2013, le Centre international Abdus Salam de physique théorique de l'UNESCO (CIPT), basé à Trieste (Italie), a ouvert une branche au Rwanda. Hébergé par le Collège des sciences et technologies de l'Université du Rwanda, le CIPT Rwanda a pour vocation d'augmenter le nombre de scientifiques décrochant un master ou un doctorat dans les domaines stratégiques de la science, de la technologie, des sciences de l'ingénieur et des mathématiques. Une politique publique adoptée en 2012 prévoit d'attribuer 70 % des bourses universitaires aux étudiants inscrits dans les filières de S&T pour augmenter le nombre de diplômés. En outre, grâce au Programme présidentiel de bourses créé en 2006, les meilleurs élèves de l'enseignement secondaire dans les disciplines scientifiques se voient offrir la chance de partir étudier les sciences ou les sciences de l'ingénieur aux États-Unis. En 2013, les deux tiers des diplômés du premier cycle ont obtenu leur licence en sciences sociales, en administration des entreprises ou en droit, contre 19 % dans les filières de S&T : 6 % en ingénierie, 5 % chacun en sciences et en agriculture et 3 % dans le domaine de la santé et des affaires sociales. Parmi ceux-ci, les étudiants en ingénierie étaient les plus susceptibles de s'inscrire dans un programme de master (tableau 19.6).

Des programmes pour stimuler l'innovation et une économie verte

Le Fonds rwandais de dotation pour l'innovation a été créé en 2012 par le Ministère de l'éducation en partenariat avec la CEA. Il soutient la R&D en vue du développement de produits et processus novateurs axés sur le marché dans trois secteurs prioritaires de l'économie : le secteur manufacturier, l'agriculture et les TIC. Pour la première phase, des fonds d'amorçage d'un montant de 650 000 dollars des États-Unis ont été fournis : 500 000 dollars par le gouvernement, et le reste par la CEA. Le premier appel à propositions a reçu 370 réponses, parmi lesquelles huit projets seulement ont été retenus. Ils ont reçu environ 50 000 dollars des États-Unis chacun en mai 2013. Le concept ayant fait ses preuves, il a été décidé de lancer un deuxième cycle qui devrait financer 10 inventions en mars 2015.

En janvier 2013, le Ministère de l'éducation a initié un Programme de partenariat pour le transfert de connaissances, en collaboration avec la BAD, pour favoriser le développement industriel. À ce jour, le programme a parrainé cinq partenariats entre des entreprises privées et deux facultés de l'Université du Rwanda, le Collège des sciences et technologies et le Collège d'agriculture, des sciences animales et de médecine vétérinaire. L'entreprise apporte ses idées de produit ou service à développer et l'université fournit l'expertise correspondante.

En septembre 2008, le Rwanda a interdit les sacs en plastique. La production, l'utilisation, l'importation et la vente de sacs en polythène sont désormais interdites par la loi sur le territoire rwandais. Ils ont été remplacés par des sacs biodégradables conçus dans des matériaux tels que le coton, le bananier ou le papyrus.

En parallèle, le gouvernement a mis en place un Fonds national pour l'environnement et le changement climatique au Rwanda (FONERWA), qui tient lieu de dispositif de financement intersectoriel en vue d'atteindre les objectifs de croissance verte et résiliente définis dans la *Stratégie nationale de croissance verte et de résilience climatique*. Le FONERWA a ainsi participé à la recherche de fonds pour la « cité verte » pilote qui sera lancée en 2018.

Son dernier appel à propositions (le sixième) a donné lieu au financement de 14 projets présentés par des entreprises privées, des ONG, des districts rwandais et le Ministère des infrastructures. Ces projets prévoient notamment de fournir de l'énergie solaire aux communautés non raccordées au réseau, de construire des microcentrales hydrauliques, de récupérer et réutiliser les eaux de pluie et de créer des jardins potagers pour les citadins pauvres dans les régions marécageuses développées de Kigali.

SOMALIE



Un premier pôle d'innovation

La Somalie a entamé un processus de consolidation de la paix et de renforcement de l'État. En amont des élections de 2016, elle prépare une constitution comportant des dispositions essentielles de partage des pouvoirs et des ressources. Le gouvernement s'attache par ailleurs à développer le fédéralisme en créant des administrations régionales ou en renforçant les capacités des collectivités intérimaires existantes. Il vient également de poser sa candidature pour adhérer à la CAE.

La milice Al Shabaab continue de terroriser la population dans les régions du pays qu'elle contrôle. Près de 730 000 Somaliens, des personnes déplacées dans leur grande majorité, sont victimes d'une grave insécurité alimentaire. Quelque 203 000 enfants ont besoin de services nutritionnels d'urgence, principalement parce qu'il est impossible d'accéder à une eau salubre, à des structures d'assainissement et à de meilleures conditions d'hygiène, d'après le coordonnateur humanitaire des Nations Unies en Somalie, Philippe Lazzarini, en janvier 2015.

Première ressource de l'économie essentiellement informelle du pays, l'agriculture représente près de 60 % du PIB et emploie les deux tiers de la population active. La Somalie reste très dépendante de l'aide internationale et des envois de fonds, ainsi que des importations de denrées alimentaires, de combustibles, de matériaux de construction et de produits manufacturés. Les régions les plus stables du pays peuvent néanmoins se targuer d'un secteur privé dynamique, y compris en ce qui concerne la fourniture de services aussi cruciaux que les finances, l'eau et l'électricité.

Le premier pôle d'innovation somalien a vu le jour en 2012. Le Somaliland fournit des services mobiles et Internet et favorise l'incubation d'entreprises sociales et les innovations de rupture et sociales (voir glossaire, p. 742), en plus de formations. La plateforme a été mise en place par Reconstructed Living Lab, une entreprise sociale immatriculée en Afrique du Sud, et son partenaire Extended Bits grâce à des fonds versés par Indigo Trust, une fondation britannique.

SOUDAN DU SUD



Priorité à l'éducation et aux dépenses de R&D

Plus jeune nation du monde et 55e pays d'Afrique, le Soudan du Sud a obtenu son indépendance en se séparant du Soudan en juillet 2011. Son économie est très dépendante du pétrole, qui produit environ 98 % des recettes publiques. Une partie de ces recettes est versée au Soudan, pour payer le droit d'utiliser ses oléoducs afin de transporter le pétrole vers la mer à des fins d'exportation.

L'économie souffrant d'une pénurie de ressources humaines qualifiées dans tous les secteurs clés, l'éducation est une priorité de l'État. La loi sur l'éducation (2012) dispose que « l'éducation primaire est gratuite et obligatoire pour tous les citoyens du Soudan du Sud, sans discrimination aucune ». Le plan gouvernemental pour l'éducation met l'accent sur les enseignants et sur l'augmentation des dépenses publiques dans ce domaine pour améliorer l'accès aux études et leurs résultats. Le pays connaît la deuxième plus forte croissance démographique d'Afrique subsaharienne, derrière le Niger (3,84 %, tableau 19.1), et se caractérise par des écarts importants dans l'accès à l'éducation primaire : si tous les garçons sont inscrits, le taux brut de scolarisation des filles atteignait 68 % seulement en 2011.

L'enseignement supérieur au Soudan du Sud est assuré par cinq universités financées par l'État et par plus de 35 institutions privées. On estime à 20 000 le nombre d'étudiants inscrits dans les universités du pays en 2011, d'après les données fournies par les différentes universités. Ces données indiquent également que les effectifs sont plus importants dans les sciences sociales et humaines que dans les filières scientifiques et technologiques. Les facultés de S&T sont particulièrement affectées par la pénurie d'enseignants.

Le Ministère de l'éducation, des sciences et des technologies compte six directions, dont la Direction de l'innovation technique et technologique (DTTI), une unité de programme visant à soutenir la modernisation du pays au moyen d'investissements dans l'enseignement technique ainsi que par la production et le transfert de technologies. La DTTI est composée de deux départements chargés de la technologie et de l'entrepreneuriat. Si le premier est responsable de l'élaboration des politiques technologiques et de la gestion des institutions et programmes de S&T, le second a vocation à établir et gérer les institutions de formation technique, professionnelle et à l'entrepreneuriat et à poser les fondations des industries artisanales. Il n'existe pas de statistiques publiques officielles relatives à la R&D, mais le gouvernement a exprimé son intention d'augmenter les dépenses de recherche, en particulier en science appliquée, pour améliorer le niveau de vie.

TCHAD



Des plans de diversification minière

Ces dernières années, le Tchad a subi des inondations et des sécheresses, ainsi que des conflits aux frontières. Si les relations avec le Soudan se sont améliorées après la signature d'un pacte de non-agression en 2010, l'instabilité qui caractérise la Libye, le Nigéria et la République centrafricaine depuis 2012 a obligé le pays à augmenter le budget qu'il consacre à la défense, afin de faire face à l'afflux de réfugiés et aux menaces croissantes aux frontières, notamment du fait de la secte Boko Haram.

L'économie est devenue dépendante du pétrole au cours des 10 dernières années, un phénomène qui se traduit par des schémas de croissance irréguliers variant selon les fluctuations de la production pétrolière. Le Tchad espère doubler sa production d'ici 2016, grâce à l'augmentation du débit dans les gisements

de Mangara et Badila gérés par la société minière Glencore Xstrata, et à un nouveau gisement géré par une filiale de la China National Petroleum Corporation (CNPC). D'après le Ministre des finances Kordje Bedoumra, le pays a confié à des sociétés françaises et russes d'experts-conseils la mission d'inventorier les gisements potentiels d'or, de nickel et d'uranium, en vue d'une diversification de l'économie (Irish, 2014).

Le Tchad fait partie des pays les moins avancés au monde ; il pointait à la 183e place de l'Indice de développement humain en 2012. Malgré une amélioration de la fréquentation scolaire et de l'accès à une eau potable saine (tableaux 19.3 et 19.1), la Banque mondiale révèle que beaucoup de Tchadiens souffrent encore d'importantes privations et que la plupart des objectifs du Millénaire pour le développement ne seront pas atteints.

Il n'existe pas de politique de STI spécifique au Tchad. Toutefois, en vertu de la loi de 2006, le Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique est chargé de coordonner la STI.

CONCLUSION

L'innovation sociale et environnementale parmi les priorités émergentes

On observe depuis 2009 une formidable montée de l'intérêt pour la STI en Afrique orientale et centrale. La plupart des pays ont fondé leurs documents de planification à long terme (« vision ») sur l'utilisation de la STI comme moteur du développement. La majorité des gouvernements a parfaitement conscience de la nécessité de saisir cette occasion de croissance soutenue pour se moderniser et s'industrialiser, afin de participer de façon efficace à une économie mondiale qui évolue rapidement et d'assurer leur pérennité. Ils savent que le développement des infrastructures, l'amélioration des soins de santé, la sécurité alimentaire, hydrique et énergétique ainsi que la diversification économique exigeront une masse critique de scientifiques, d'ingénieurs et de personnel médical qui fait actuellement défaut. Les documents de planification reflètent en général une vision commune de l'avenir : celle d'un pays prospère à revenu intermédiaire (ou d'un niveau plus élevé) se caractérisant par une bonne gouvernance, une croissance inclusive et un développement durable.

Les gouvernements se tournent davantage vers les investisseurs que vers les donateurs. Conscients de l'importance d'un secteur privé solide pour stimuler l'investissement et l'innovation en vue du développement socioéconomique, ils conçoivent des programmes pour soutenir les entreprises locales. Comme on l'a vu, le fonds créé au Rwanda pour favoriser une économie verte offre des financements compétitifs aux candidats publics et privés retenus. Au Kenya, le Parc industriel et technologique de Nairobi est à l'étude dans le cadre d'une coentreprise avec une institution publique, l'Université Jomo Kenyatta d'agriculture et de technologie.

Au cours de ces dernières années, les gouvernements ont assisté à l'éclosion économique des premiers incubateurs technologiques au Kenya, qui se sont révélés incroyablement utiles pour aider les start-up à s'imposer, en particulier sur les marchés des technologies de l'information. Ils sont nombreux, désormais, à investir dans ce secteur dynamique, y compris en Ouganda et au Rwanda. Les dépenses de R&D sont en hausse dans beaucoup de pays dotés de pôles d'innovation, du fait de l'intensification des investissements du secteur public comme du secteur privé.

La plupart des innovations sociales observées en Afrique orientale et centrale depuis 2009 portent sur des problèmes pressants du développement : éliminer l'insécurité alimentaire, atténuer le changement climatique, se convertir aux énergies renouvelables, réduire les risques de catastrophe et étendre les services médicaux. La principale percée technologique de la région (le service de paiement par téléphone mobile MPesa) avait été conçue pour combler l'écart entre les zones rurales et urbaines en matière d'accès aux services bancaires et répondre ainsi aux besoins financiers des masses pauvres situées au bas de la pyramide. Depuis, cette technologie s'est répandue dans presque tous les secteurs économiques d'Afrique de l'Est, et les paiements mobiles se sont imposés comme un service bancaire courant.

Nous avons vu que les organismes aussi bien panafricains que régionaux sont eux-mêmes convaincus désormais que la STI fait partie des clés du développement du continent. Ce phénomène est illustré par les prix pour la science et l'innovation décernés par la Commission de l'Union africaine et le COMESA, par exemple, ou par le programme lancé en 2014 par la Banque africaine de développement en vue de la création de cinq centres d'excellence en sciences biomédicales.

Les raisons de l'intérêt accru que l'Afrique orientale et centrale porte à la STI sont multiples, mais la crise financière mondiale de 2008 et 2009 a certainement joué un rôle. Elle a fait grimper les prix des matières premières et centré l'attention sur les politiques de valorisation en Afrique. La crise mondiale a aussi entraîné un renversement de l'exode des compétences, l'image de l'Europe et de l'Amérique du Nord aux prises avec de faibles taux de croissance et un chômage élevé décourageant l'émigration et incitant certains émigrés à revenir dans leur pays d'origine. Ces rapatriés jouent aujourd'hui un rôle essentiel dans la formulation des politiques de STI, le développement économique et l'innovation. Même les émigrés demeurés à l'étranger y contribuent : leurs envois de fonds dépassent à présent en volume les flux d'IDE à destination de l'Afrique.

L'accent mis sur le développement durable est une tendance relativement récente. L'envolée du prix des matières premières depuis quelques années a fait comprendre aux gouvernements qu'ils étaient assis sur une mine d'or – au sens propre dans certains cas. L'intérêt croissant des pays étrangers pour les ressources naturelles de pays tels que le Burundi, le Cameroun, le Gabon et le Rwanda fait comprendre à ces derniers la

nécessité de préserver leurs écosystèmes rares et précieux afin de garantir leur propre développement durable.

Avec 1 milliard de consommateurs potentiels sur le continent, un des principaux défis consistera à supprimer les obstacles aux échanges intrarégionaux et panafricains. La refonte des lois sur l'immigration entre pays d'Afrique constituerait un pas important en ce sens. À l'heure actuelle, il est beaucoup plus facile pour un Britannique ou un Américain moyen de se déplacer en Afrique que pour un Africain moyen. La réduction des critères d'immigration imposés aux Africains sur le continent améliorerait considérablement la mobilité du personnel qualifié et augmenterait les retombées en matière de savoir.

En modernisant les infrastructures, en développant le secteur manufacturier et les valeurs ajoutées, en améliorant le climat des affaires et en supprimant les obstacles aux échanges panafricains, les pays devraient être en mesure de développer les industries locales et les emplois dont ils auront besoin pour occuper des populations en pleine augmentation. Le renforcement de l'intégration régionale favorisera non seulement le développement socioéconomique, mais améliorera également la gouvernance et la stabilité politique, par exemple en encourageant le règlement multilatéral des litiges par le dialogue dans la mesure du possible et, lorsque c'est inévitable, par des moyens militaires. La coopération actuelle entre le Cameroun, le Niger, le Nigéria et le Tchad pour combattre la secte terroriste Boko Haram illustre ce nouveau paradigme de coopération régionale. La décision de la CAE d'envoyer un contingent de professionnels de la santé pour lutter contre l'épidémie d'Ebola en Afrique de l'Ouest en octobre 2014 en est un autre exemple.

OBJECTIFS PRINCIPAUX DE L'AFRIQUE CENTRALE ET ORIENTALE

- Porter les DIRD à 1 % du PIB dans les pays de la région ;
- Élever les DIRD au Kenya, d'ici 2014, à 2 % du PIB (contre 0,79 % en 2010) ;
- Pays signataires de la *Déclaration de Maputo* : consacrer au moins 10 % de leur PIB à l'agriculture ;
- Porter la proportion d'étudiantes dans les universités éthiopiennes à 40 % ;
- Créer quatre lycées techniques pour porter à 20 %, d'ici 2025, la part d'élèves gabonais scolarisés dans les filières technologiques (contre 8 % actuellement) ;
- Faire progresser la part d'énergie hydraulique dans la production d'électricité gabonaise de 40 % en 2010 à 80 % en 2020 ;
- Créer une Cité verte de l'éducation et du savoir au Gabon d'ici 2030, ainsi qu'un fonds de recherche et un technoparc spécialisé dans l'informatique ;
- Porter le volume de crédits offerts au secteur privé rwandais à 30 % du PIB d'ici 2018 ;
- Mettre sur pied une cité verte pilote au Rwanda d'ici 2018.

RÉFÉRENCES

AIST-Africa (2012) *Guide to ICT Policy in IST-Africa Partner Countries.* Version 2.2, 20 avril. Projet Information Society Technologies Africa.

AMCOST (2013) *Review of Africa's Science and Technology Consolidated Plan of Action (2005–2012)*. Version finale. Étude par un groupe d'experts mandaté par la Conférence du Conseil ministériel africain sur la science et la technologie.

BAD (2012) *Document intérimaire de stratégie-pays pour l'Érythrée 2009-2011*, Groupe de la Banque africaine de développement.

BAD (2011) *Djibouti. Document de stratégie-pays 2011-2015*. Groupe de la Banque africaine de développement. Août.

BAD (2010) *Document de stratégie d'intégration régionale de l'Afrique orientale 2011-2015*. Avant-projet révisé en vue de la réunion de l'équipe régionale. Banque africaine de développement. Octobre.

BAD, OCDE et PNUD (2014) *Perspectives économiques en Afrique 2014*. Édition régionale Afrique de l'Est. Banque africaine de développement, Organisation de coopération et de développement économiques et Programme des Nations Unies pour le développement.

Banque mondiale (2013) *Doing Business 2013. Des réglementations intelligentes pour les petites et moyennes entreprises*. Groupe de la Banque mondiale.

BBC (2013) Kenya begins construction of 'silicon' city Konza, *BBC News*, 23 janvier.

Biztech Africa (2013) Uganda opens BPO incubation centre, *Biztech Africa*, 22 septembre.

Ezeanya, C. (2013) Contending Issues of Intellectual Property Rights, Protection and Indigenous Knowledge of Pharmacology in Africa of the Sahara, *The Journal of Pan African Studies,* 6(5).

Flaherty, K., Kelemework, F. et Kelemu, K. (2010) *Ethiopia: Recent Developments in Agricultural Research.* Institut éthiopien de recherche agricole. Note de pays, novembre.

Hersman, E. (2012) From Kenya to Madagascar: the African tech hub boom, *BBC News.* Voir www.bbc.com/news/business-18878585.

Irish, J. (2014) Chad to double oil output by 2016, develop minerals – minister. Communiqué de presse Reuters. *Daily Mail*, 7 octobre.

Kulish, N. (2014) Rwanda reaches for new economic model, *New York Times*, 23 mars.

Malouna, B. (2015) Développement durable : les inquiétudes de la société civile sur la nouvelle loi d'orientation, *Gabon Review*, 26 janvier. Voir www.gabonreview.com.

MoFED (2013) *Growth and Transformation Plan. Annual Progress Report*. Ministère des finances et de la coopération économique : Addis-Abeba.

Muchie, M. et Baskaran, A. (2012) *Challenges of African Transformation. Exploring through Innovation Approach*. Institut africain d'éditeurs d'Afrique du Sud.

Muchie, M., Gammeltoft, P. et Lundvall, B. A. (2003) *Putting Africa First: the Making of the African Innovation System*. Aalborg University Press : Copenhague.

Nsehe, M. (2013) $1.6 million tech incubation program launched in Kenya, *Forbes Magazine*, 24 janvier.

Tumushabe, G. W. et Mugabe, J. O. (2012) *Governance of Science, Technology and Innovation in the East African Community*. The Inaugural Biennial Report 2012. Coalition de défenseurs du développement et de l'environnement (ACODE) Série de recherches en politique no 51.

UA/NEPAD (2010) *Plan d'action pour l'Afrique de l'UA/NEPAD 2010-2015* : *Promouvoir l'intégration régionale et continentale en Afrique*. Union africaine et Nouveau Partenariat pour le Développement de l'Afrique.

UNESCO (2013) *Rapport mondial de suivi sur l'éducation. Regional Fact Sheet, Education in Eastern Africa.* Janvier. Voir www.efareport.unesco.org.

Urama, K. C. et Acheampong, E. (2013) Social innovation creates prosperous societies, *Stanford Social Innovation Review*, 11(2).

Urama, K., Ogbu, O., Bijker, W., Alfonsi, A., Gomez, N. et Ozor, N. (2010) *The African Manifesto for Science, Technology and Innovation*. Préparé par l'African Technology Policy Studies Network : Nairobi.

WWAP (2014) *Water and Energy. World Water Development Report*. Programme mondial pour l'évaluation des ressources en eau. ONU-Eau. Publié par l'UNESCO : Paris.

Kevin Chika Urama, né en 1969 au Nigéria, est le premier directeur général et directeur des recherches du Quantum Global Research Laboratory en Suisse. Il a été directeur exécutif du Réseau africain d'études politiques technologiques, basé à Nairobi (Kenya) et le premier président de la Société africaine d'économie de l'écologie. Titulaire d'un doctorat en agroéconomie délivré par l'Université de Cambridge, au Royaume-Uni, il est également professeur extraordinaire à la School of Public Leadership de l'Université Stellenbosch en Afrique du Sud et membre de l'Académie africaine des sciences.

Mammo Muchie, né en 1950 en Éthiopie, dirige la chaire de recherche du Département de sciences et technologies et de la Fondation nationale de recherche au sein de l'Université de technologie de Tshwane à Pretoria (Afrique du Sud). Le professeur Muchie est également chargé de recherche principal à l'Université d'Oxford (Royaume-Uni). Il est rédacteur en chef et fondateur de la revue *African Journal of Science, Technology, Innovation and Development* et de la revue éthiopienne en accès libre *Journal on Research and Innovation Foresight*. Il est titulaire d'un doctorat en science, technologie et innovation de l'Université du Sussex (Royaume-Uni).

Remy Twiringiyimana, né en 1982 au Rwanda, est conseiller auprès du Ministre de l'éducation. Il est l'ancien directeur de la recherche et du développement de la Direction des sciences, de la technologie et de la recherche du Ministère de l'éducation et était auparavant auditeur institutionnel et chargé de l'examen des programmes au Conseil de l'enseignement supérieur. Il est titulaire d'un Master en communication, contrôle et traitement numérique du signal de l'Université de Strathclyde (Royaume-Uni). Depuis 2012, il est l'interlocuteur national pour l'Initiative africaine des sciences, de la technologie et de l'innovation du NEPAD.

REMERCIEMENTS

Les auteurs tiennent à remercier Jeremy Wakeford du Quantum Global Research Laboratory en Suisse pour ses informations précieuses sur le Cameroun, les Comores, la Guinée équatoriale, le Kenya et l'Ouganda. Ils remercient également le Dr Abiodun Egbetokun de l'Université de technologie de Tshwane (Afrique du Sud), qui a aidé à collecter des données pour alimenter le présent chapitre.

La transition entre des systèmes d'innovation nationaux et un système d'innovation régional unique constituerait un important facteur d'intégration économique.

Erika Kraemer-Mbula et **Mario Scerri**



Un robot humanoïde gère la circulation sur un grand carrefour de Kinshasa, en République démocratique du Congo. Ce prototype fonctionnant à l'énergie solaire est équipé de quatre caméras qui lui permettent d'enregistrer le trafic. Les informations sont ensuite transmises à un centre qui analyse les infractions au code de la route. Ce robot et son jumeau ont été conçus par un groupe d'ingénieurs congolais basé à l'Institut supérieur de techniques appliquées (ISTA) de Kinshasa.
Photo : © Junior D. Kannah/AFP/Getty Images

20. Afrique australe

Afrique du Sud, Angola, Botswana, Lesotho, Madagascar, Malawi, Maurice, Mozambique, Namibie, République démocratique du Congo, Seychelles, Swaziland, Tanzanie, Zambie, Zimbabwe

Erika Kraemer-Mbula et Mario Scerri

INTRODUCTION

Lever les barrières commerciales pour encourager l'intégration régionale

La Communauté de développement d'Afrique australe (SADC) abrite 33 % de la population de l'Afrique subsaharienne et réalise environ 43 % de son PIB (684 milliards de dollars É.-U. en 2013). La région compte à la fois des pays à revenu intermédiaire, certains des pays ayant la plus forte croissance d'Afrique[1] et certains des plus pauvres. Parfaite illustration de cette diversité régionale : l'Afrique du Sud génère à elle seule environ 60 % du PIB de la SADC et un quart du PIB du continent.

Malgré cette hétérogénéité, il existe un potentiel considérable d'intégration régionale, un processus de plus en plus encouragé par la SADC. Le *Protocole relatif au commerce des services*, signé en 2012, vise à négocier progressivement l'élimination des obstacles à la libre circulation des services au sein de la Communauté.

Le commerce intra-SADC est relativement modeste et n'a pas connu d'augmentation notable ces cinq dernières années, en partie à cause de la similarité des économies de la région, qui reposent en majorité sur les ressources naturelles, mais également à cause de la lourdeur du cadre réglementaire et de l'inadéquation des infrastructures frontalières (BAD, 2013)[2]. Néanmoins, par rapport à d'autres communautés économiques régionales africaines (voir encadré 18.2), c'est encore la SADC qui affiche le commerce intrarégional le plus dynamique du continent, même si celui-ci est principalement tourné vers l'Afrique du Sud. La SADC a très peu de relations commerciales avec le reste de l'Afrique, les échanges commerciaux de la région concernant essentiellement le reste du monde.

Le 10 juin 2015, les 26 pays qui composent les trois communautés régionales, à savoir la SADC, le Marché commun de l'Afrique orientale et australe (COMESA) et la Communauté d'Afrique de l'Est (CAE), ont officiellement créé une zone de libre-échange. Cette initiative devrait accélérer l'intégration régionale[3].

Une relative stabilité politique

La région de la SADC jouit d'une relative stabilité politique et de processus politiques démocratiques, même si les partis politiques au pouvoir dans la plupart des pays se caractérisent toujours par une importante fragmentation interne. Ces six dernières années, la composition de la SADC est restée relativement stable ; seul Madagascar, suspendu en 2009 à la suite d'un coup d'État, a réintégré la Communauté en janvier 2014 après un retour à l'ordre constitutionnel. Si Madagascar sort aujourd'hui de cinq années de troubles politiques et de sanctions internationales, la République démocratique du Congo quant à elle ne s'est pas encore remise des violences commises par des groupes armés, neutralisés en 2013 par une force de maintien de la paix des Nations Unies. Le Lesotho, le Swaziland et le Zimbabwe connaissent encore des tensions politiques.

La SADC s'efforce de maintenir la paix et la sécurité dans ses États membres, notamment grâce au Tribunal de la SADC, mis en place à Gaborone (Botswana) en 2005, puis dissous en 2010 avant d'être rétabli par un nouveau protocole en 2014, mais avec une compétence plus limitée. Le Centre régional d'alerte rapide de la SADC se situe également à Gaborone. Créé en 2010, ce centre vise à prévenir, gérer et régler les conflits, en collaboration avec les centres nationaux d'alerte rapide.

En 2014, des élections présidentielles ont eu lieu dans cinq pays de la SADC, à savoir l'Afrique du Sud, le Botswana, le Malawi, le Mozambique et la Namibie, qui a été le premier pays d'Afrique à adopter un système de vote électronique pour des élections présidentielles. La SADC vise à atteindre une représentation paritaire des hommes et des femmes aux postes clés du processus décisionnel à l'horizon 2015. Elle s'appuie pour cela sur le *Protocole de la SADC sur le genre et le développement*, entré en vigueur début 2013 après avoir été signé en 2008. Toutefois, seuls cinq pays de la SADC se rapprochent de l'objectif d'une parité parlementaire et ont déjà franchi le seuil de 30 % de femmes préalablement fixé par les dirigeants régionaux : l'Afrique du Sud, l'Angola, le Mozambique, les Seychelles et la Tanzanie. Notons que Joyce Banda, présidente du Malawi, est devenue la première femme de la SADC à accéder à cette fonction en 2012. Trois ans plus tard, l'éminente biologiste Ameenah Gurib-Fakim est devenue à son tour la première présidente de Maurice.

Une pauvreté généralisée dans les deux tiers des pays

La région connaît une forte croissance démographique, en moyenne 2,5 % par an entre 2009 et 2013. En 2013, elle comptait au total plus de 294 millions d'habitants. Le niveau de développement humain est extrêmement variable, l'indice créé par le PNUD atteignant 0,771 à Maurice et à peine 0,337 en République démocratique du Congo. On observe une évolution encourageante, puisque 10 pays ont progressé dans le classement mondial entre 2008 et 2013. Madagascar, les Seychelles et le Swaziland ont en revanche perdu quelques places (tableau 20.1).

L'économie de la SADC dans son ensemble présente encore les caractéristiques d'une région en développement, avec des niveaux de chômage préoccupants dans certains pays. La pauvreté et les inégalités persistent, bien que la santé et l'éducation demeurent des priorités absolues pour la plupart des pays, qui leur consacrent une part non négligeable des dépenses

1. Le Mozambique, la République démocratique du Congo, la Tanzanie, la Zambie et le Zimbabwe ont vu leur PIB augmenter d'environ 7 % par an en moyenne entre 2009 et 2013, mais ces cinq pays figurent également aux côtés de l'Angola, du Lesotho et du Malawi sur la liste des pays les moins avancés établie par les Nations Unies.

2. En 2008, les importations intra-SADC n'ont représenté que 9,8 % des importations totales de la région et les exportations intra-SADC, 9,9 % des exportations totales de la SADC. Son économie étant la plus diversifiée, l'Afrique du Sud est le principal exportateur (68,1 % de l'ensemble des exportations intra-SADC) mais n'a contribué qu'à 14,8 % des importations intra-SADC en 2009.

3. Voir l'annexe 1 pour connaître la composition de ces régions.

Tableau 20.1 : **Paysage social de l'Afrique australe**

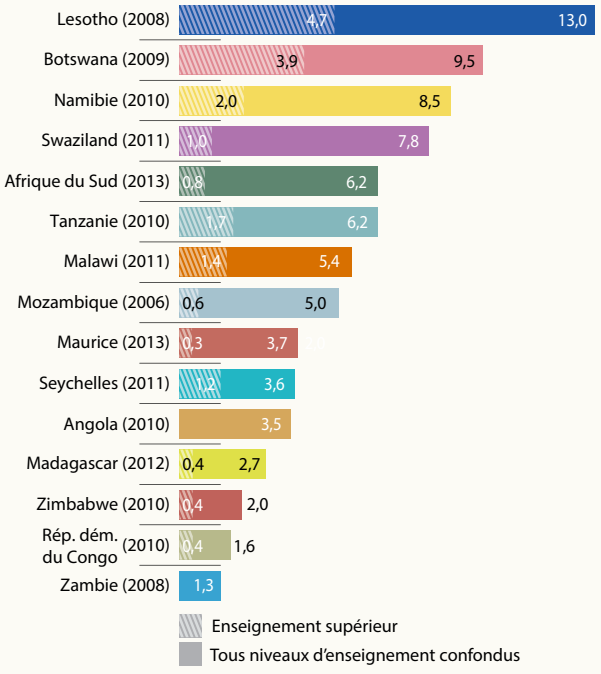
	Population, 2013 (en millions d'habitants)	Évolution depuis 2009 (%)	Classement IDH, 2013 (évolution depuis 2008)	Taux de chômage, 2013 (% de la population active totale)	Taux de pauvreté*, 2010 (évolution depuis 2000)	Indice de Gini, 2010 (évolution depuis 2000)
Afrique du Sud	52,8	4	119(2)	24,9	26,19(-)	65,02(-)
Angola	21,5	13	149(2)	6,8	67,42(-)	42,60(-)
Botswana	2,0	4	108(2)	18,4	27,83(-)	60,46(-)
Lesotho	2,1	4	163(0)	24,7	73,39(-)	54,17(+)
Madagascar	22,9	12	155(-3)	3,6	95,1(+3)	40,63(+)
Malawi	16,4	12	174(0)	7,6	88,14(-)	46,18(+)
Maurice	1,2	1	63(9)	8,3	1,85(+)	35,90(+)
Mozambique	25,8	11	179(1)	8,3	82,49(-)	45,66(-)
Namibie	2,3	7	127(3)	16,9	43,15(-)	61,32(-)
Rép. dém. du Congo	67,5	12	187(1)	8,0	95,15	44,43
Seychelles	0,1	2	70(-12)	–	1,84	65,77
Swaziland	1,2	6	148(-5)	22,5	59,11(-)	51,49(-)
Tanzanie	49,3	13	160(5)	3,5	73,00(-)	37,82(+)
Zambie	14,5	13	143(7)	13,3	86,56(+)	57,49(+)
Zimbabwe	14,1	10	160(16)	5,4	–	–
TOTAL SADC	293,8	10	–	–	–	–

* Calculé comme étant la proportion de la population vivant avec moins de 2 dollars des États-Unis par jour.

Remarque : L'année de référence pour le taux de pauvreté et l'indice de Gini est 2010 ou l'année la plus proche, voir glossaire p. 741.

Source : Banque mondiale, Indicateurs du développement dans le monde, avril 2015 ; pour l'IDH : PNUD, *Rapports sur le développement humain.*

Figure 20.1 : **Dépenses publiques affectées à l'éducation en proportion du PIB en Afrique australe, 2012 ou année la plus proche (%)**



Source : Institut de statistique de l'UNESCO, mai 2015.

publiques (voir figure 20.1 et tableau 19.2). La proportion de la population vivant avec moins de 2 dollars des États-Unis par jour reste extrêmement élevée dans 10 pays de la SADC pour lesquels les données sont disponibles (tableau 20.1). Même en Afrique du Sud et aux Seychelles, où seule une fraction de la population vit en dessous du seuil de pauvreté, on observe d'importantes inégalités, qui se sont même accrues entre 2000 et 2010.

Doublement des investissements étrangers depuis 2007

En Afrique australe, les investissements directs étrangers (IDE) ont presque doublé entre 2007 et 2013 pour atteindre 13 milliards de dollars des États-Unis. L'Afrique du Sud et le Mozambique ont en effet enregistré des afflux record, essentiellement destinés au développement des infrastructures et au secteur gazier au Mozambique (tableau 20.2). La part des investissements nationaux financés par les donateurs constitue un bon indicateur indirect du degré d'autosuffisance économique. Une fois encore, la région présente d'importantes disparités en la matière, avec une nette distinction entre les pays qui ne dépendent quasiment pas de l'aide publique au développement (APD) pour leurs besoins d'investissements nationaux et ceux pour lesquels l'APD joue au contraire un rôle essentiel. Le Lesotho, le Malawi et le Swaziland affichent une dépendance croissante à l'égard de l'APD au cours de la période étudiée. Dans d'autres pays comme le Mozambique, la Tanzanie, la Zambie et le Zimbabwe, cette dépendance a nettement diminué ces dernières années, même si elle reste importante.

Tableau 20.2 : **Paysage économique de l'Afrique australe**

	PIB par habitant en millions de dollars É.-U. PPA (prix constants de 2011)			Croissance du PIB		Aide publique au développement/ formation brute de capital fixe*			Brevets, 2008-2013
	2009	2013	Évolution sur 5 ans (%)	2009 (%)	2013 (%)	2009 (%)	2013 (%)	Afflux d'IDE, 2013 (% du PIB)	
Afrique du Sud	11 903	12 454	4,6	-1,5	2,2	1,7	1,8	2,2	663
Angola	7 039	7 488	6,4	2,4	6,8	2,1	1,6	-5,7	7
Botswana	2 404	15 247	22,9	-7,8	5,8	7,8	2,2	1,3	0
Lesotho	2 101	2 494	18,7	3,4	5,5	26,5	33,0[-1]	1,9	0
Madagascar	1 426	1 369	-4,0	-4,0	2,4	14,9	30,0	7,9	0
Malawi	713	755	5,9	9,0	5,0	64,3	153,9	3,2	0
Maurice	15 018	17 146	14,2	3,0	3,2	6,7	5,9	2,2	0
Mozambique	893	1 070	19,7	6,5	7,4	130,8	85,0	42,8	0
Namibie	8 089	9 276	14,7	0,3	5,1	13,1	7,8	6,9	2
Rép. dém. du Congo	657	783	19,1	2,9	8,5	87,2	38,3	5,2	0
Seychelles	19 646	23 799	21,1	-1,1	5,3	9,8	5,2	12,3	2
Swaziland	6 498	6 471	-0,4	1,3	2,8	17,2	31,9	0,6	6
Tanzanie	2 061	2 365	14,7	5,4	7,3	35,6	26,2	4,3	4
Zambie	3 224	3 800	17,8	9,2	6,7	–	17,4[-3]	6,8	0
Zimbabwe	1 352	1 773	31,2	6,0	4,5	76,7	46,3	3,0	4

-n = les données correspondent à un nombre *n* d'années avant l'année de référence.
* Voir glossaire, p. 741.

Source : Banque mondiale, Indicateurs du développement dans le monde, avril 2015 ; données concernant les brevets : Base de données de l'USPTO.

L'économie de la SADC dépend fortement des ressources naturelles : l'exploitation minière et l'agriculture constituent en effet d'importants secteurs d'activité économique. Comme le montre la figure 20.2, la plupart des économies de la SADC ont une structure de production qui repose en grande partie sur les ressources naturelles, le secteur manufacturier étant relativement limité (à part au Swaziland). La région est vulnérable aux phénomènes météorologiques extrêmes (inondations et sécheresses cycliques, notamment). L'Angola, le Malawi et la Namibie ont tous enregistré ces dernières années une pluviométrie inférieure à la normale qui a affecté la sécurité alimentaire[4]. En 2014, Madagascar a lancé une campagne nationale afin de contenir une invasion de criquets qui menaçait les cultures vivrières. Malgré l'engagement du continent, inscrit dans la *Déclaration de Maputo* (2003), de consacrer au moins 10 % du PIB à l'agriculture, on constate une diminution inquiétante des financements gouvernementaux alloués à la R&D agricole par les pays de la SADC et les agents de développement. En 2010, seuls quelques pays de la SADC consacraient plus de 5 % de leur PIB à l'agriculture, notamment Madagascar, le Malawi, la Tanzanie et la Zambie (voir tableau 19.2).

La forte dépendance de la région à l'égard des ressources naturelles a entraîné d'importantes fluctuations économiques et l'a rendue vulnérable aux crises économiques mondiales, comme celle qui a provoqué un ralentissement économique en 2009. La région connaît depuis 2010 une croissance régulière et pourrait retrouver en 2015 des taux de croissance de 5 à 6 % semblables à ceux d'avant 2009 (BAD *et al.*, 2014).

Quatre ratifications du protocole de la SADC sur la STI

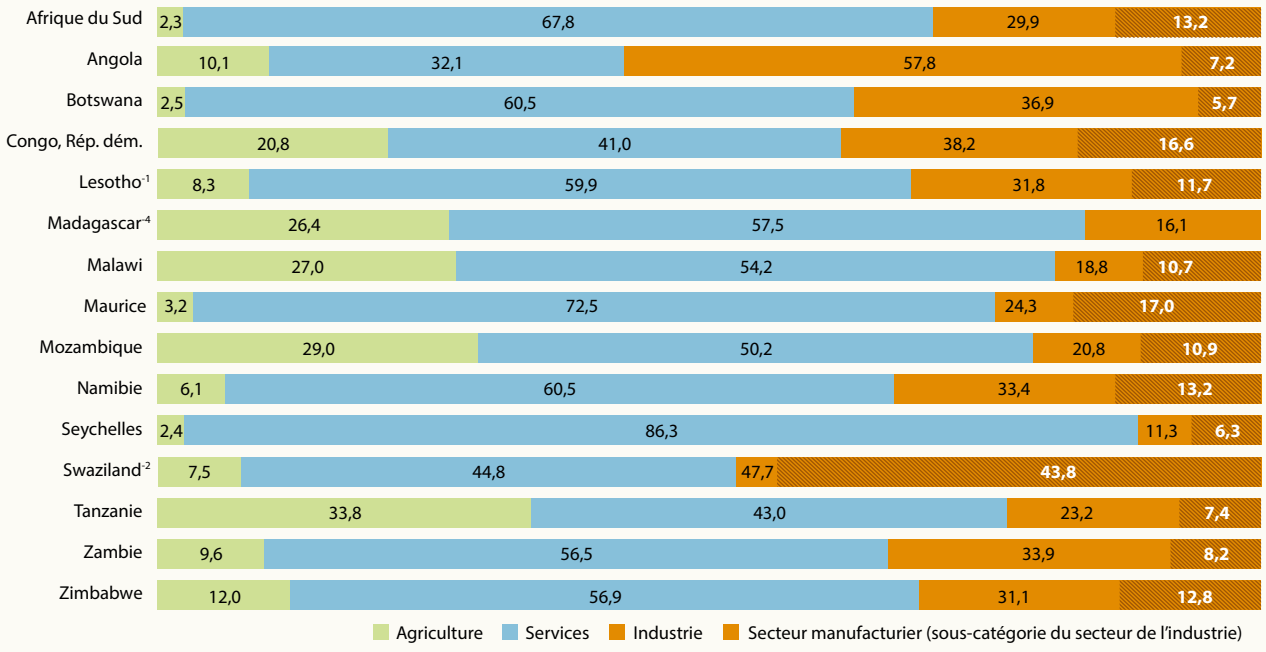
Le Traité de la Communauté de développement d'Afrique australe établit le cadre juridique de la coopération entre les États membres de la SADC. Depuis son adoption en 1992, il a été complété par 27 protocoles portant sur des domaines prioritaires[5]. Dans son *Protocole sur la science, la technologie et l'innovation* (2008), la SADC souligne l'importance des sciences et technologies pour parvenir à « une croissance socio-économique durable et équitable et l'éradication de la pauvreté ». Ce document jette les bases de l'élaboration de mécanismes institutionnels pour la coopération et la coordination régionales dans les domaines suivants :

- La formation aux politiques ;
- Le rôle des femmes dans le domaine des sciences ;
- La planification stratégique ;

4. Le Système régional d'alerte rapide, le Système d'alerte rapide aux risques de famine et le Centre des services climatiques sont tous situés dans les locaux du siège de la SADC à Gaborone (Botswana). Le Centre des ressources phytogénétiques de la SADC se situe à Lusaka (Zambie). Toutes ces structures ont été créées il y a une vingtaine d'années. Voir www.sadc.int.

5. Le Traité de la SADC appelle les États membres à harmoniser leurs stratégies politiques et socio-économiques afin que la région puisse atteindre son objectif de développement durable ; les protocoles, de leur côté, encouragent la coopération juridique et politique.

Figure 20.2 : **PIB des pays de la SADC par secteur économique, 2013 ou année la plus proche**



-n = les données correspondent à un nombre *n* d'années avant l'année de référence.

Source : Banque mondiale, Indicateurs du développement dans le monde, avril 2015.

- Les droits de propriété intellectuelle ;
- Les systèmes de savoirs autochtones ;
- Le changement climatique ;
- L'informatique de haute performance, avec des projets similaires au projet Blue Gene lancé par IBM en 1999 et qui a consisté, pendant dix ans, à mettre au point des superordinateurs à faible consommation d'énergie.

Ce protocole repose sur une définition générale qui englobe bien d'autres aspects que la science et la technologie[6]. Le Ministère sud-africain des sciences et technologies affirme d'ailleurs dans un communiqué (République d'Afrique du Sud, 2011) que ce protocole constitue une première étape essentielle vers l'intégration régionale, avec une croissance régulière de la coopération bilatérale autofinancée. Il estime par ailleurs que la SADC est devenue la communauté économique régionale la plus importante d'Afrique. Ce communiqué indique toutefois que le bureau régional de STI souffre d'un manque de ressources persistant et qu'il est globalement inefficace, d'où une certaine réticence des États membres à le financer. À ce jour, le protocole n'a été ratifié que par quatre pays : l'Afrique du Sud, le Botswana, Maurice et le Mozambique. Pour entrer en vigueur, il doit être ratifié par deux tiers des États membres (soit 10 pays).

Deux grands documents stratégiques traduisent le Traité de la SADC en mesures concrètes : le *Plan régional indicatif de développement stratégique* pour la période 2005-2020 (RISDP, 2003) et le *Plan stratégique indicatif de l'organe sur la coopération en matière de politique, de défense et de sécurité* (SIPO, 2004). Le RISDP identifie 12 domaines prioritaires d'intervention sectorielle ou transversale dans la région et établit des objectifs systématiquement traduits en cibles concrètes. Quatre domaines concernent l'intervention sectorielle : la libéralisation commerciale et économique, les infrastructures, la sécurité alimentaire durable et le développement humain et social. Les huit autres sont des domaines transversaux :

- La pauvreté ;
- La lutte contre la pandémie de VIH/sida ;
- L'égalité des sexes ;
- La science et la technologie ;
- Les technologies de l'information et de la communication (TIC) ;
- L'environnement et le développement durable ;
- Le développement du secteur privé ;
- Les statistiques.

Les objectifs sont les suivants :

- Veiller à ce que 50 % des postes à responsabilité dans le secteur public soient occupés par des femmes d'ici 2015 ;

6. L'expression « système d'innovation national » renvoie à « un ensemble d'institutions, d'organisations et de politiques fonctionnelles qui œuvrent de façon constructive en vue d'atteindre des objectifs sociaux et économiques communs », selon la définition proposée en 2008 par le Secrétariat de la SADC.

- Porter les dépenses intérieures brutes de recherche et développement (DIRD) à au moins 1 % du PIB d'ici 2015 ;
- Intensifier les échanges commerciaux intrarégionaux pour atteindre 35 % de l'ensemble des échanges de la SADC d'ici 2008 (10 % en 2008) ;
- Augmenter la part du secteur manufacturier pour atteindre 25 % du PIB d'ici 2015 (figure 20.2) ;
- Assurer 100 % de raccordement au réseau électrique régional dans l'ensemble des États membres d'ici 2012 (voir tableau 19.1).

En 2013, un examen à mi-parcours du RISDP a révélé que la réalisation des objectifs de STI était restée limitée ; en effet, le Secrétariat de la SADC ne disposait pas de ressources humaines et financières suffisantes pour coordonner les programmes de STI. En juin 2014, à Maputo, les ministres des États membres de la SADC chargés de la STI, de l'éducation et de la formation ont adopté le *Plan stratégique régional sur la science, la technologie et l'innovation pour la période 2015-2020* de la SADC afin d'encadrer la mise en œuvre des programmes régionaux.

Un environnement vulnérable malgré les cadres juridiques

L'engagement de la région en faveur du développement durable est inscrit dans le Traité de la SADC et se traduit par une participation active des pays à d'importants accords multilatéraux sur l'environnement[7]. Malgré quelques progrès en matière de gestion environnementale ces dernières années, l'Afrique australe reste très vulnérable au changement climatique ; elle est également confrontée à des niveaux élevés de pollution, à un recul de la biodiversité, à un accès inadapté à l'eau salubre et aux services d'assainissement (voir tableau 19.1), à la dégradation des terres et à la déforestation. On estime que plus de 75 % des terres sont partiellement dégradées, et 14 % gravement dégradées. L'érosion des sols a été identifiée comme étant la principale cause de la baisse de la production agricole. La SADC dispose depuis 16 ans d'un protocole relatif à la faune sauvage, à l'exploitation forestière, aux cours d'eau partagés et à l'environnement, notamment au changement climatique, intitulé *Protocole de la SADC sur la conservation de la faune sauvage et le respect des lois* (1999).

Plus récemment, la SADC a lancé un certain nombre d'initiatives régionales et nationales afin d'atténuer l'impact du changement climatique. En 2013, les ministres des États membres chargés de l'environnement et des ressources naturelles ont approuvé l'élaboration du Programme régional d'adaptation au changement climatique de la SADC. Par ailleurs, la CAE, le COMESA et la SADC mettent en œuvre depuis 2010 une initiative commune d'une durée de cinq ans baptisée Programme tripartite d'adaptation au changement climatique et d'atténuation de ses effets, ou Solution africaine au changement climatique. Cinq pays de la SADC ont déjà signé la *Déclaration de Gaborone sur le développement durable en Afrique* (encadré 20.1).

7. Notamment la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques, la Convention des Nations Unies sur la lutte contre la désertification, la Convention des Nations Unies sur la diversité biologique et la Convention de Ramsar sur les zones humides.

Les cadres d'orientation régionaux : une stratégie continentale

En 2014, un nouveau cadre décennal intitulé *Stratégie pour la science, la technologie et l'innovation en Afrique* (STISA-2024) est venu remplacer le *Plan d'action consolidé de l'Afrique dans le domaine de la science et de la technologie* (2005-2014), qui avait été la première initiative unifiée du continent visant à accélérer la transition de l'Afrique vers une économie du savoir dominée par l'innovation. Plusieurs réseaux de centres d'excellence ont été créés au titre de ce *Plan d'action*. Dans le cadre de l'Initiative biosciences Afrique, quatre pôles infrarégionaux ont été mis en place, notamment le Réseau d'Afrique australe pour les biosciences (SANbio), installé dans les locaux du Conseil pour la recherche scientifique et industrielle à Pretoria depuis 2005 (voir encadré 19.1). Les pays de la SADC participent également au Réseau africain d'expertise en biosécurité (voir encadré 19.1).

La mise en œuvre du *Plan d'action consolidé* a toutefois suscité un certain nombre d'inquiétudes concernant :

- Son approche très axée sur la création de R&D, mais moins soucieuse de l'utilisation de la production scientifique ;
- L'insuffisance des financements pour assurer la mise en œuvre complète des programmes ;
- La dépendance excessive à l'égard de financements externes ciblant des activités et des solutions à court terme ;
- Son absence de liens avec d'autres politiques panafricaines (projets agricoles et de protection de l'environnement à l'échelle du continent, par exemple).

La STISA a vu le jour en 2014 après un examen de haut niveau du *Plan d'action consolidé* (voir p. 505). Ce cadre stratégique décennal constitue l'étape suivante dans la réalisation des objectifs de l'*Agenda 2063 : l'Afrique que nous voulons* de l'Union africaine (UA). L'*Agenda 2063* propose une vision d'ensemble et un plan d'action visant à construire une Afrique plus prospère et plus unie dans les 50 prochaines années. La STISA met davantage l'accent sur l'innovation et la science au service du développement que son prédécesseur. Elle prévoit la mise en place d'un Fonds africain pour la science, la technologie et l'innovation (ASTIF), mais sans préciser quelles sources de financement permettront de le gérer. L'insuffisance des fonds engagés par les États membres et le caractère très général des objectifs de la STISA ont suscité de nombreux doutes quant à la faisabilité de sa mise en œuvre. En effet, il faudra plus qu'un simple engagement des États membres à consacrer 1 % de leur PIB à la R&D (l'objectif inscrit dans la *Déclaration de Khartoum* de 2007 de l'UA) pour faire fonctionner un tel fonds.

En adoptant la STISA en 2014, les chefs d'État et de gouvernement ont appelé les États membres, les communautés économiques régionales et les partenaires de développement à s'y conformer, à se l'approprier et à s'en servir comme cadre de référence pour concevoir et coordonner leurs propres programmes de développement en matière de STI.

Concernant la propriété intellectuelle, la proposition de créer une Organisation panafricaine de la propriété intellectuelle (OPAPI)

Encadré 20.1 : La Déclaration de Gaborone sur le développement durable en Afrique

En mai 2012, les chefs d'État de l'Afrique du Sud, du Botswana, du Gabon, du Ghana, du Kenya, du Libéria, du Mozambique, de la Namibie, du Rwanda et de la Tanzanie se sont réunis à Gaborone pour un sommet de deux jours en compagnie de plusieurs partenaires publics et privés.

Les 10 pays ont adopté la *Déclaration de Gaborone sur le développement durable en Afrique*, dont la mise en œuvre prendra plusieurs années. Ils ont réaffirmé leur engagement à mettre en œuvre toutes les conventions et déclarations en faveur du développement durable et se sont engagés à :

- intégrer la valeur du capital naturel dans les processus, politiques et programmes de comptabilité nationale et de planification et compte rendu des entreprises ;
- renforcer le capital social et réduire la pauvreté en faisant passer l'agriculture, les industries extractives, la pêche et autres utilisations du capital naturel à des pratiques favorisant l'emploi durable, la sécurité alimentaire, les énergies durables et la protection du capital naturel par la création de zones protégées, entre autres mécanismes ;
- constituer des réseaux de connaissances, de données, de capacités et de politiques afin d'encourager le leadership, de favoriser un nouveau modèle de développement durable et d'accélérer la dynamique en faveur d'un changement positif.

La finalité générale de cette *Déclaration* était de « veiller à ce que les contributions du capital naturel à la croissance économique durable, à la préservation et à l'amélioration du capital social et du bien-être des personnes soient quantifiées et prises en compte dans le développement et les pratiques commerciales ». Les signataires ont en effet pris conscience que le PIB ne constituait pas un indicateur suffisant pour mesurer le bien-être et la croissance durable.

Le secrétariat intérimaire de cette initiative est actuellement situé dans les locaux du Département des affaires environnementales, au sein du Ministère botswanais de l'environnement, de la faune sauvage et du tourisme ; il bénéficie d'un appui technique de l'organisation non gouvernementale Conservation International. Conservation International s'est engagée à financer un état des lieux qui permettra de savoir où se situent les 10 pays signataires par rapport aux mesures adoptées et d'établir des priorités pour les faire progresser.

Depuis le sommet de 2012, un cadre de mise en œuvre a été élaboré afin de suivre les progrès réalisés. En 2012, le Gabon a ainsi adopté un plan stratégique à l'horizon 2025 qui prévoit d'intégrer le capital naturel dans le système de comptabilité nationale et d'adopter un plan national sur le climat, entre autres mesures en faveur du développement durable (voir p. 520).

Source : www.gaboronedeclaration.com.

a été relancée (l'idée avait été suggérée pour la première fois en 2007 lors du Sommet de l'UA à Khartoum). Cependant, les projets de statuts élaborés et publiés en 2012 en vue de créer l'OPAPI ont été la cible de nombreuses critiques. En effet, certains remettent en question l'impact qu'aurait une meilleure protection de la propriété intellectuelle en Afrique, tandis que d'autres s'inquiètent de l'harmonisation entre le mandat de l'OPAPI et ceux des deux organisations régionales existantes, l'Organisation régionale africaine de la propriété intellectuelle (ARIPO)[8] et l'Organisation africaine de la propriété intellectuelle pour l'Afrique francophone, qui fonctionnent déjà sous des régimes différents.

Le *Protocole de Swakopmund sur la protection des savoirs traditionnels et des expressions du folklore* a été adopté en Namibie en avril 2010 par neuf États membres de l'ARIPO : le Botswana, le Ghana, le Kenya, le Lesotho, le Libéria, le Mozambique, la Namibie, la Zambie et le Zimbabwe. Ce protocole n'entrera en vigueur que lorsque six États membres de l'ARIPO auront déposé un instrument de ratification (pour les signataires) ou d'adhésion (pour les non-signataires), ce qui n'était pas encore le cas en 2014. Tout État membre de la Commission économique des Nations Unies pour l'Afrique (CEA) ou de l'UA peut également y adhérer.

Le *Plan d'action pour l'Afrique de l'UA/NEPAD 2010-2015* affirme expressément que l'harmonisation des politiques régionales pourrait jouer un rôle important dans l'adaptation au changement climatique. Au niveau panafricain, l'engagement du continent à protéger ses ressources naturelles uniques est encadré par le Modèle de loi africaine pour la protection des droits des communautés locales, des agriculteurs et des obtenteurs et pour la réglementation de l'accès aux ressources biologiques (2001). L'importance accordée à la préservation de la biodiversité dans les politiques et programmes panafricains s'est de nouveau manifestée en 2011 lorsque l'UA a encouragé tous ses États membres à adhérer aux accords internationaux relatifs à la biodiversité, notamment au *Protocole de Nagoya sur l'accès aux ressources génétiques et le partage juste et équitable des avantages découlant de leur utilisation* et à la *Convention sur la diversité biologique* (2010).

TENDANCES EN MATIÈRE DE GOUVERNANCE DE LA STI

Des politiques de STI dans deux tiers des pays de la SADC

Bien que les pays d'Afrique australe soient à des stades différents en termes de gouvernance de la STI, tous souhaitent parvenir au développement durable en encourageant la STI. Cet intérêt commun a entraîné la création d'une multitude de dispositifs et d'organismes institutionnels chargés de coordonner et de financer

8. Actuellement, les membres de l'ARIPO sont le Botswana, la Gambie, le Ghana, le Kenya, le Libéria, le Lesotho, le Malawi, le Mozambique, la Namibie, l'Ouganda, le Rwanda, Sao Tomé-et-Principe, la Sierra Leone, la Somalie, le Soudan, le Swaziland, la Tanzanie, la Zambie et le Zimbabwe.

la STI, mais également l'élaboration de nombreuses politiques et stratégies dans ce domaine. L'innovation est toutefois reléguée au second plan dans ces politiques, qui visent à soutenir tout l'écosystème de la STI, mais restent étroitement liées à l'appareil de l'État en ce qui concerne les sciences et technologies, le secteur privé ne participant guère à leur élaboration. En 2014, 11 des 15 pays de la SADC disposaient d'une politique de STI (tableau 20.3). Cependant, les documents d'orientation en la matière sont rarement assortis d'allocations budgétaires et de plans de mise en œuvre. Certains pays de la SADC n'ont pas de politique dédiée à la STI mais se montrent néanmoins relativement actifs dans l'élaboration de programmes visant à encourager l'innovation et la collaboration entre les universités et l'industrie. C'est le cas notamment de Maurice (voir p. 555).

Une étude menée par l'UNESCO dans le cadre de son Observatoire mondial des instruments de politique de STI (GO→SPIN) a mis en évidence une forte corrélation entre la productivité scientifique et l'efficacité de la gouvernance. Selon cette étude, seuls sept pays d'Afrique affichent de bons résultats à la fois en matière d'efficacité gouvernementale et de stabilité politique : l'Afrique du Sud, le Botswana, Cabo Verde, le Ghana, Maurice, la Namibie et les Seychelles. La grande majorité des pays du continent enregistrent en revanche des résultats négatifs pour les deux indicateurs, dont l'Angola, la République démocratique du Congo, le Swaziland et le Zimbabwe (UNESCO, 2013).

La région présente des disparités évidentes en matière de recherche et développement (R&D). Illustration de ce phénomène, le ratio DIRD/PIB n'est que de 0,01 % au Lesotho mais atteint 1,06 % au Malawi (figure 20.3). En Afrique du Sud, ce ratio est en baisse (0,73 % contre 0,89 % en 2008). L'Afrique du Sud totalise 96 % des brevets déposés au sein de la SADC entre 2008 et 2013 et présente, avec le Botswana, une densité de chercheurs bien supérieure à celle de ses voisins (figure 20.4). Elle se distingue également par une répartition du financement de la R&D relativement équilibrée entre le secteur public (45 %) et le secteur des entreprises commerciales (38 %), ce qui témoigne de la maturité de la R&D industrielle dans ce pays (voir tableau 19.5).

Les économies de la SADC en recul dans l'Indice de l'économie du savoir

Seuls quatre pays de la SADC ont mené des enquêtes nationales d'innovation dans le cadre de l'Initiative africaine sur les indicateurs de la science, de la technologie et de l'innovation (ASTII), ce qui rend les comparaisons délicates. Le rapport de l'ASTII publié en 2014 fait toutefois ressortir un pourcentage relativement élevé d'entreprises se décrivant comme ayant des activités d'innovation : 65,4 % en Afrique du Sud, 58,5 % au Lesotho, 61,3 % en Tanzanie et 51 % en Zambie.

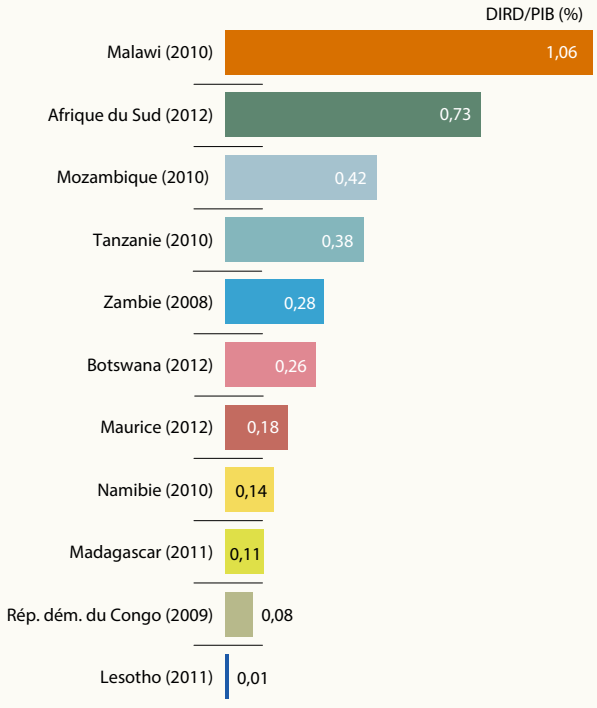
Le tableau 20.4 présente le classement des pays de la SADC dans l'Indice de l'économie du savoir (KEI) et l'Indice des connaissances (KI) de la Banque mondiale. Ces indices sont en grande partie fondés sur la perception du secteur commercial et proposent une perspective forcément subjective du système d'innovation national, mais ils peuvent néanmoins servir de base de comparaison. Ce tableau fait clairement apparaître que la plupart des économies de la SADC sont en recul dans ces classements internationaux depuis 2000, en particulier l'Afrique du Sud, le

Tableau 20.3 : **Planification de la STI dans les pays de la SADC**

	Politique de STI	Date d'adoption/ période de validité
Afrique du Sud	Oui	2010
Angola	Oui	2011
Botswana	Oui	1998 ; 2011
Lesotho	Oui	2006-2011
Madagascar	Oui	2013
Malawi	Oui	2011-2015
Maurice	Non	
Mozambique	Oui	2003 ; 2006-2016
Namibie	Oui	1999
Rép. dém. du Congo	Non	
Seychelles	Non	
Swaziland	(ébauche)	
Tanzanie	Oui	1996 ; 2010
Zambie	Oui	1996
Zimbabwe	Oui	2002 ; 2012

Source : Informations compilées par les auteurs.

Figure 20.3 : **Ratio DIRD/PIB en Afrique australe, 2012 ou année la plus proche**



Source : Institut de statistique de l'UNESCO, août 2015 ; pour le Malawi : UNESCO (2014a).

Botswana et le Lesotho. Les quatre pays affichant les valeurs de KEI les plus élevées sont Maurice, l'Afrique du Sud, le Botswana et la Namibie. L'Afrique du Sud est considérée comme ayant le système d'innovation le plus développé, tandis que Maurice propose le système d'incitation le plus performant.

L'égalité des sexes, un principe à inscrire dans les constitutions nationales

L'inégalité entre les sexes constitue encore un problème social majeur en Afrique australe. Les femmes représentent plus de 40 % des chercheurs dans seulement trois pays : l'Afrique du Sud, Maurice et la Namibie (figure 20.5). Seuls l'Afrique du Sud, le Botswana et la Zambie font état d'une participation féminine à la recherche dans les secteurs public et privé.

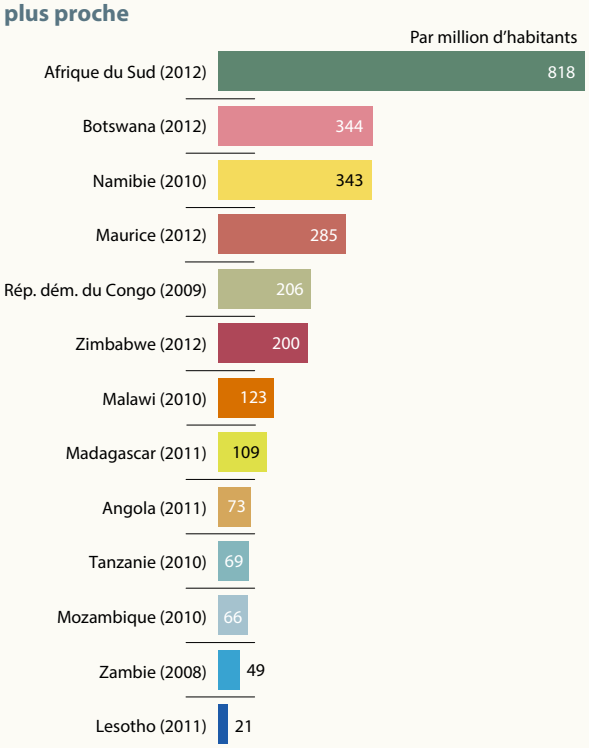
Le *Protocole de la SADC sur le genre et le développement* (2008)[9] affiche des objectifs ambitieux dans ce domaine. Il prévoit notamment que les États parties doivent « s'assurer qu'au plus tard en 2015, un minimum de 50 % des postes de prise de décision dans les secteurs public et privé sont détenus par des femmes, notamment par l'utilisation de mesures de discrimination positive ». Actuellement, la représentation politique des femmes atteint au moins 30 % dans quatre pays : l'Afrique du Sud (42 %), l'Angola (37 %), le Mozambique (35 %) et la Namibie (31 %) ; d'autres pays en revanche arrivent loin derrière, notamment le Botswana (11 %). Au Malawi, la part de sièges parlementaires occupés par des femmes est passée de 14 % à 22 % entre 2004 et 2009.

Le protocole recommande que l'égalité des sexes soit inscrite dans les constitutions nationales à l'horizon 2015. D'ici là, les États parties devront également adopter des lois en faveur d'un accès et d'une rétention équitables à tous les niveaux d'éducation, y compris l'enseignement supérieur. En 2014, seuls 7 pays avaient atteint la parité en matière d'éducation primaire[10], 9[11] avaient franchi le seuil d'un minimum de 50 % d'effectifs féminins dans les écoles secondaires, et 7 comptaient davantage de jeunes femmes que de jeunes hommes[12] inscrits à l'université en 2014 (Morna *et al.*, 2014). Il semble évident que la plupart des pays d'Afrique australe n'atteindront ni les objectifs du *Protocole de la SADC sur le genre et le développement* ni les objectifs du Millénaire pour le développement en matière d'égalité des sexes d'ici 2015.

Les étudiants de la SADC parmi les plus mobiles au monde

« Les étudiants de la SADC sont parmi les plus mobiles au monde : 6 % d'entre eux partent en effet suivre leurs études à l'étranger » (ISU, 2012). En 2009, 89 000 étudiants de la SADC étudiaient en dehors de leur pays d'origine, soit 5,8 % des effectifs inscrits dans l'enseignement supérieur dans la région. Ce pourcentage est supérieur à la moyenne régionale de l'Afrique subsaharienne (4,9 %) et près de trois fois supérieur à la moyenne mondiale (2,0 %). L'explication de ce phénomène réside en partie dans le *Protocole de la SADC sur l'éducation et la formation* (1997), dont l'objectif était de faciliter la mobilité. Cependant, seuls trois pays signataires (l'Afrique du Sud, le Swaziland et le Zimbabwe) ont respecté l'accord du protocole disposant que les pays devaient cesser de demander des frais de scolarité plus élevés aux étudiants de la SADC qu'aux étudiants nationaux, une pratique considérée comme un obstacle potentiel à la mobilité étudiante (ISU, 2012).

Figure 20.4 : **Chercheurs en Afrique australe (personnes physiques) par million d'habitants, 2013 ou année la plus proche**



Source : Institut de statistique de l'UNESCO, avril 2015.

Les étudiants originaires du Botswana, du Lesotho, de Madagascar, de Namibie, du Swaziland et du Zimbabwe qui partent à l'étranger se concentrent généralement sur une seule destination : l'Afrique du Sud[13]. Ce pays a accueilli en 2009 environ 61 000 étudiants étrangers, dont les deux tiers venaient d'autres pays de la SADC. Premier pays d'accueil du continent, l'Afrique du Sud se classe en outre au 11e rang dans le monde. Elle dispose d'un secteur de l'enseignement supérieur bien développé, de solides infrastructures et de plusieurs institutions de recherche réputées qui attirent les étudiants internationaux. Les étudiants originaires d'Afrique du Sud, d'Angola, du Malawi, du Mozambique, des Seychelles, de Tanzanie et de Zambie ciblent en général des pays d'accueil très variés (ISU, 2012).

Un nombre croissant de publications

C'est en Afrique du Sud que l'on trouve le plus grand nombre de chercheurs par millions d'habitants (figure 20.4), et de loin la production la plus importante en termes de publications et de

9. Ce protocole a été signé par tous les pays de la SADC sauf trois : le Botswana, le Malawi et Maurice.

10. L'Afrique du Sud, le Botswana, le Malawi, les Seychelles, le Swaziland, la Tanzanie et le Zimbabwe.

11. L'Afrique du Sud, le Botswana, le Lesotho, Madagascar, Maurice, la Namibie, les Seychelles, le Swaziland et le Zimbabwe.

12. L'Afrique du Sud, le Botswana, le Lesotho, Maurice, la Namibie, le Swaziland et la Zambie.

13. À l'exception des étudiants malgaches, qui préfèrent la France.

Tableau 20.4 : **Classement dans les indices de KEI et de KI pour 13 pays de la SADC, 2012**

Classement	Évolution du classement depuis 2000	Pays	Indice de l'économie du savoir (KEI)	Indice des connaissances (KI)	Régime d'incitation économique	Innovation	Éducation	TIC
62	1	**Maurice**	5,5	4,6	8,22	4,41	4,33	5,1
67	-15	**Afrique du Sud**	5,2	5,1	5,49	6,89	4,87	3,6
85	-18	**Botswana**	4,3	3,8	5,82	4,26	3,92	3,2
89	-9	**Namibie**	4,1	3,4	6,26	3,72	2,71	3,7
106	-9	**Swaziland**	3,1	3,0	3,55	4,36	2,27	2,3
115	-4	**Zambie**	2,6	2,0	4,15	2,09	2,08	1,9
119	-6	**Zimbabwe**	2,2	2,9	0,12	3,99	1,99	2,6
120	-12	**Lesotho**	2,0	1,7	2,72	1,82	1,71	1,5
122	-6	**Malawi**	1,9	1,5	3,33	2,65	0,54	1,2
127	-2	**Tanzanie**	1,8	1,4	3,07	1,98	0,83	1,3
128	-2	**Madagascar**	1,8	1,4	2,79	2,37	0,84	1,1
129	5	**Mozambique**	1,8	1,0	4,05	1,76	0,17	1,1
142	-1	**Angola**	1,1	1,0	1,48	1,17	0,32	1,4

Remarque : Le classement concerne 145 pays au total.

Source : Banque mondiale.

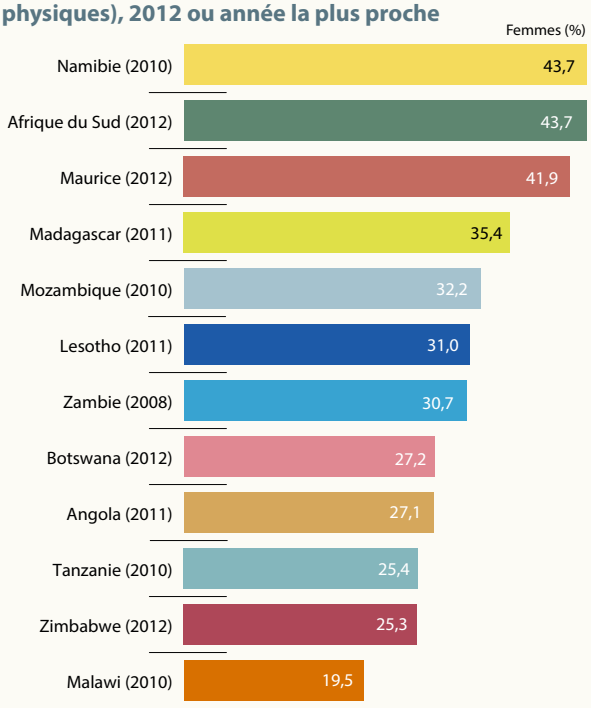
brevets (figure 20.6 et tableau 20.2). Si l'on tient compte de la population, le pays n'est devancé que par les Seychelles en nombre d'articles publiés.

L'Afrique du Sud a augmenté le nombre de ses publications de 23 % entre 2009 et 2014, mais les plus forts taux de croissance ont été enregistrés par l'Angola et la République démocratique du Congo, qui partaient toutefois d'un niveau très faible. Les pays les plus prolifiques peuvent se targuer d'un taux moyen de citation supérieur à la moyenne du G20 (figure 20.6).

Avec près d'un tiers de leurs publications dans les domaines de la chimie, des sciences de l'ingénieur, des mathématiques et de la physique au cours de la période 2008-2014, l'Afrique du Sud et Maurice s'apparentent davantage aux pays développés qu'aux autres pays de la SADC, où la recherche privilégie généralement les sciences relatives à la santé. Presque tous les pays partagent cependant un penchant pour les géosciences (figure 20.6).

En matière de collaboration internationale, les scientifiques sud-africains et mauriciens se distinguent une fois encore. En effet, un peu plus de la moitié des articles sud-africains (57 %) et de deux tiers des articles mauriciens (69 %) ont été écrits par un auteur étranger entre 2008 et 2014, alors que le ratio dans les autres pays de la SADC allait de 80 % au Botswana à 96 % au Mozambique et en Zambie.

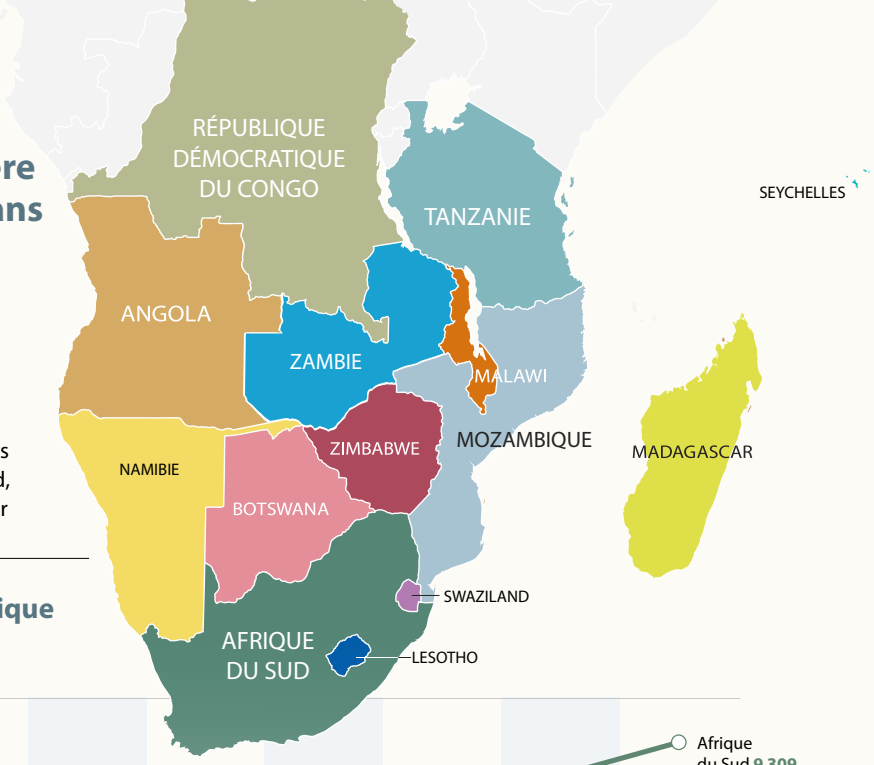
Figure 20.5 : **Chercheuses en Afrique australe (personnes physiques), 2012 ou année la plus proche**



Remarque : Données non disponibles pour certains pays.

Source : Institut de statistique de l'UNESCO, avril 2015.

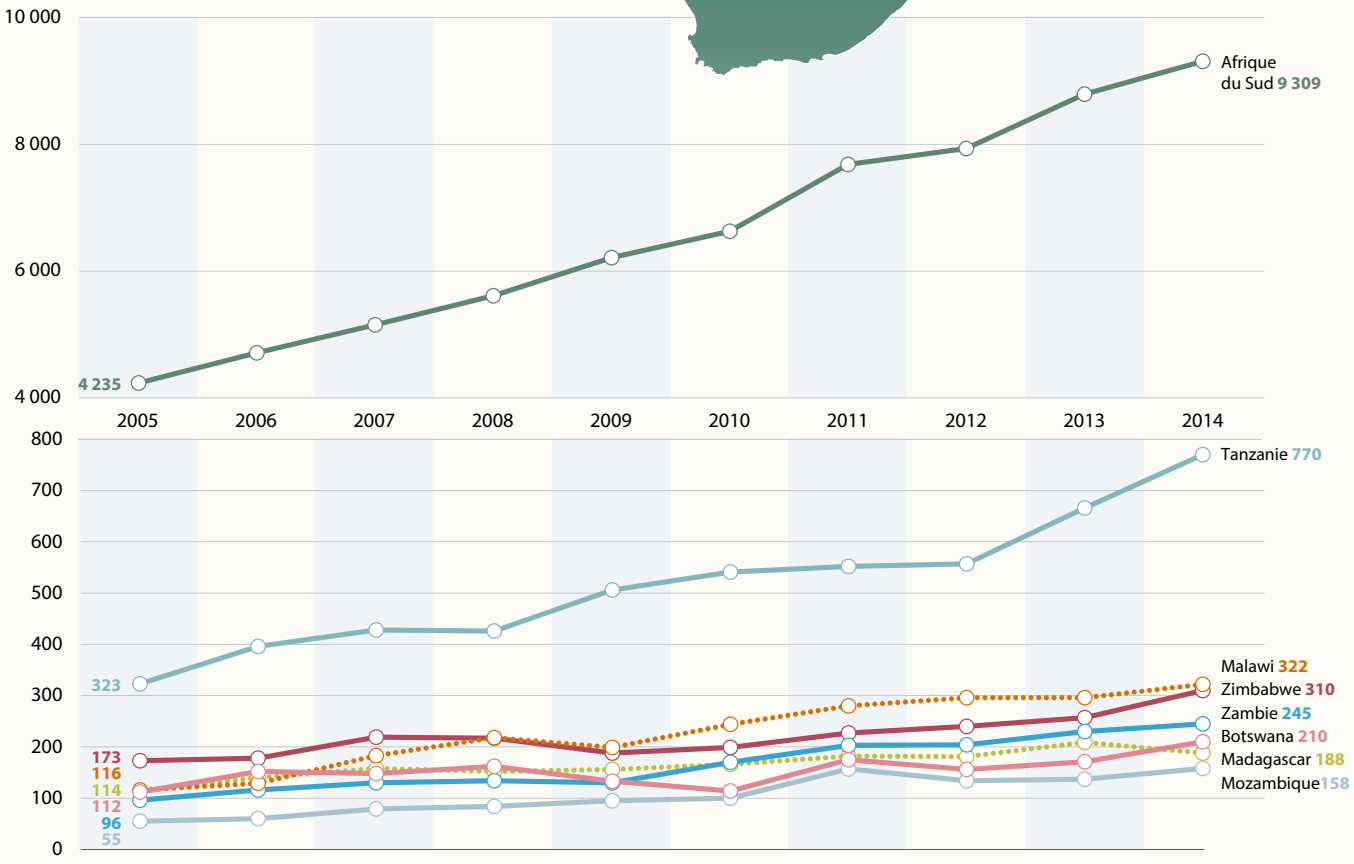
Figure 20.6 : **Tendances en matière de publications scientifiques dans les pays de la SADC, 2005-2014**



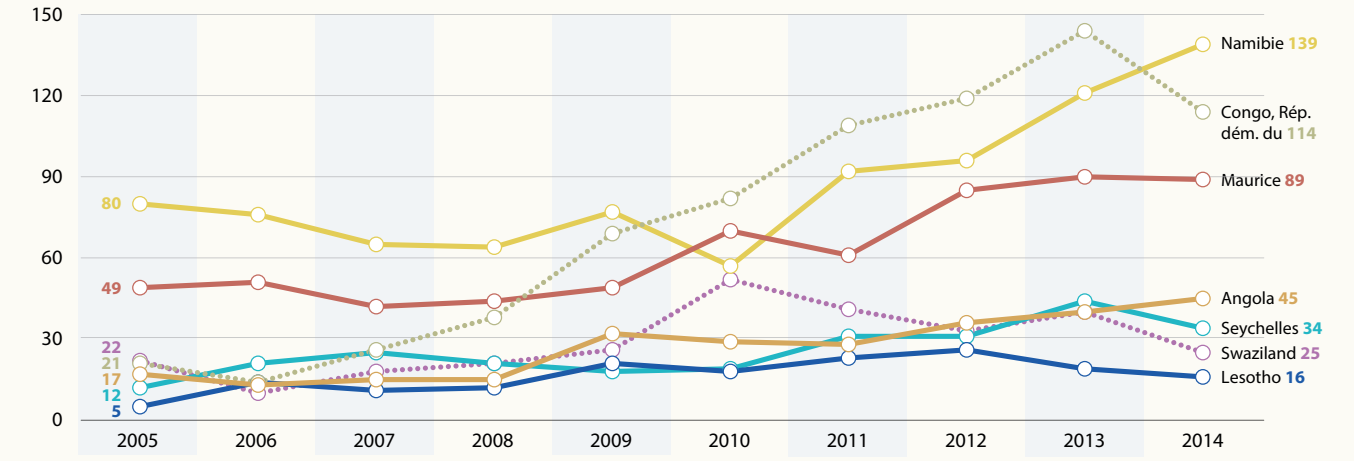
1,20

Taux moyen de citations 2008-2012 pour les quatre pays ayant la production la plus importante : l'Afrique du Sud, la Tanzanie, le Malawi et le Zimbabwe ; la moyenne pour le G20 est de 1,02.

La production du Malawi et du Mozambique a presque triplé depuis 2005

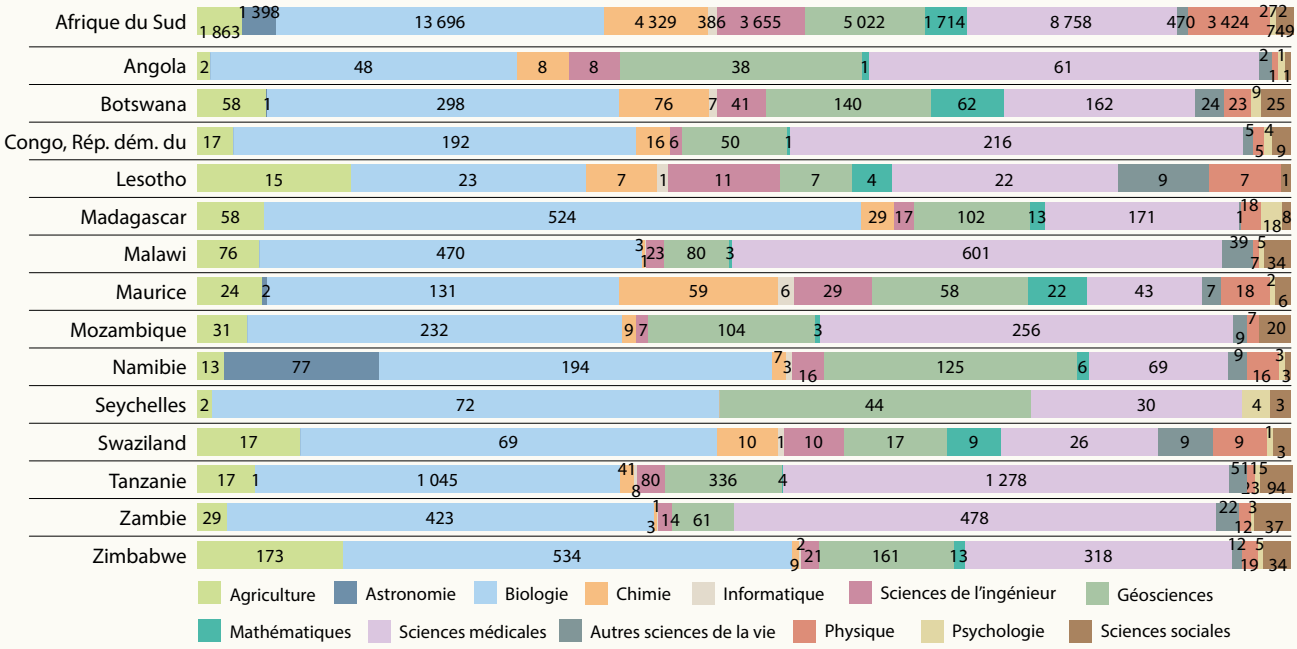


Forte croissance en Angola et en République démocratique du Congo



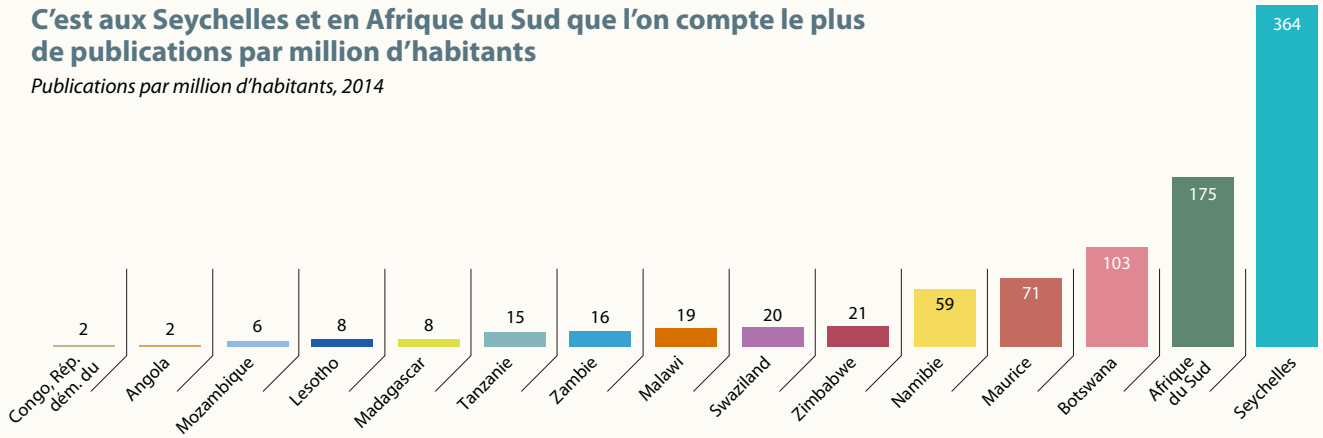
Les sciences de la vie et les géosciences arrivent en tête

Totaux cumulés par discipline, 2008-2014



C'est aux Seychelles et en Afrique du Sud que l'on compte le plus de publications par million d'habitants

Publications par million d'habitants, 2014



L'Afrique du Sud est un partenaire de recherche majeur pour la plupart des pays de la SADC

Principaux partenaires étrangers, 2008-2014 (nombre d'articles)

	1er partenaire	2e partenaire	3e partenaire	4e partenaire	5e partenaire
Afrique du Sud	États-Unis (9 920)	Royaume-Uni (7 160)	Allemagne (4 089)	Australie (3 448)	France (3 445)
Angola	Portugal (73)	États-Unis (34)	Brésil (32)	Royaume-Uni (31)	Espagne/France (26)
Botswana	États-Unis (367)	Afrique du Sud (241)	Royaume-Uni (139)	Canada (58)	Allemagne (51)
Lesotho	Afrique du Sud (56)	États-Unis (34)	Royaume-Uni (13)	Suisse (10)	Australie (8)
Madagascar	France (530)	États-Unis (401)	Royaume-Uni (180)	Allemagne (143)	Afrique du Sud (78)
Malawi	États-Unis (739)	Royaume-Uni (731)	Afrique du Sud (314)	Kenya/Pays-Bas (129)	
Maurice	Royaume-Uni (101)	États-Unis (80)	France (44)	Inde (43)	Afrique du Sud (40)
Mozambique	États-Unis (239)	Espagne (193)	Afrique du Sud (155)	Royaume-Uni (138)	Portugal (113)
Namibie	Afrique du Sud (304)	États-Unis (184)	Allemagne (177)	Royaume-Uni (161)	Australie (115)
Rép. dém. du Congo	Belgique (286)	États-Unis (189)	France (125)	Royaume-Uni (77)	Suisse (65)
Seychelles	Royaume-Uni (69)	États-Unis (64)	Suisse (52)	France (41)	Australie (31)
Swaziland	Afrique du Sud (104)	États-Unis (59)	Royaume-Uni (45)	Suisse/Tanzanie (12)	
Tanzanie	États-Unis (1 212)	Royaume-Uni (1 129)	Kenya (398)	Suisse (359)	Afrique du Sud (350)
Zambie	États-Unis (673)	Royaume-Uni (326)	Afrique du Sud (243)	Suisse (101)	Kenya (100)
Zimbabwe	Afrique du Sud (526)	États-Unis (395)	Royaume-Uni (371)	Pays-Bas (132)	Ouganda (124)

Source : Plate-forme de recherche Web of Science de Thomson Reuters, Science Citation Index Expanded, traitement des données par Science-Metrix.

PROFILS DE PAYS

La présente section analyse la viabilité des systèmes d'innovation nationaux, et notamment leur potentiel de survie, de croissance et d'évolution. Elle repose sur une approche générale des « systèmes d'innovation nationaux » de façon à étudier l'interconnexion entre la STI et le développement.

AFRIQUE DU SUD



Des sorties d'IDE multipliées par deux

L'Afrique du Sud est actuellement la deuxième économie d'Afrique derrière le Nigéria. Bien qu'elle ne compte que 53 millions d'habitants, elle génère environ un quart du PIB du continent. Elle se classe parmi les pays à revenu intermédiaire et dispose d'un système d'innovation national relativement solide. Compte tenu de son influence politique régionale et de sa présence économique grandissante en Afrique, le pays pourrait jouer un rôle moteur dans la croissance économique de tout le continent. Pour le moment, son influence se fait surtout ressentir chez ses voisins immédiats de la SADC : établissement de partenariats commerciaux, accords politiques, relations commerciales et migrations de population.

Dans la région de la SADC, c'est l'Afrique du Sud qui reçoit le plus d'IDE : elle a en effet collecté environ 45 % des IDE destinés à la SADC en 2013, un chiffre en légère diminution par rapport à 2008 où il atteignait 48 %. L'Afrique du Sud s'affirme également comme le principal investisseur dans la région : entre 2008 et 2013, ses sorties d'IDE ont presque doublé pour atteindre 5,6 milliards de dollars des États-Unis, grâce à des investissements dans les télécommunications, les mines et le commerce de détail, essentiellement dans les pays voisins. En 2012, les investissements de l'Afrique du Sud dans de nouveaux projets d'IDE en Afrique surpassaient ceux des autres pays à l'échelle mondiale. En outre, parmi les économies émergentes, c'est le deuxième plus gros investisseur (après l'Inde) dans les pays les moins avancés, selon la Conférence des Nations Unies sur le commerce et le développement.

L'Afrique du Sud, par l'intermédiaire de son Ministère de la science et de la technologie (DST), a conclu depuis 1997 21 accords bilatéraux officiels avec d'autres pays d'Afrique dans les domaines de la science et de la technologie ; les accords les plus récents ont été signés avec l'Éthiopie et le Soudan en 2014 (tableau 20.5). Trois plans de mise en œuvre conjoints, d'une durée de trois ans chacun, définissent des domaines d'intérêt commun. Dans ce cadre, la coopération passe souvent par la mutualisation des appels à propositions de recherche et du renforcement des capacités : partage des informations (et des infrastructures), ateliers, programmes d'échange pour les étudiants, aide au développement, etc.

Un déficit commercial en matière de haute technologie

Les principaux partenaires commerciaux de l'Afrique du Sud sont le Botswana (21 %), le Swaziland, la Zambie et le Zimbabwe (12 % chacun) et l'Angola (10 %). Les principaux destinataires des IDE sud-africains, de leur côté, sont Maurice (44 %), la Tanzanie (12 %) et le Mozambique (7 %). Le tableau 20.6 montre que l'Afrique du Sud, au même titre que les autres pays de la SADC, affiche systématiquement un important déficit commercial en ce qui concerne les produits de haute technologie : son système d'innovation national reste donc secondaire sur la scène mondiale.

Diversifier l'économie à l'aide de la STI d'ici 2030

Le *Plan national de développement* (2012) prévoit de faire de l'Afrique du Sud une économie diversifiée et résolument axée sur la STI d'ici 2030. Cette transition repose sur le *Plan décennal en faveur de l'innovation* (2008-2018) et ses cinq « grands défis », à savoir, les biotechnologies et la bioéconomie (nouvelle appellation de l'industrie pharmaceutique), l'espace, la sécurité énergétique, le changement global et la compréhension des dynamiques sociales. Ce plan a déjà plusieurs réussites à son actif, notamment :

- La décision, en 2012, de construire le plus grand radiotélescope au monde en Afrique du Sud et en Australasie. Ce projet, évalué à 1,5 milliard d'euros, offre des perspectives très intéressantes en matière de collaboration scientifique (voir encadré 20.2) et incite les meilleurs astronomes et chercheurs à tous les stades de leur carrière à travailler en Afrique. Notons d'ailleurs que les astronomes sud-africains ont co-écrit 89 % de leurs publications avec des collaborateurs étrangers entre 2008 et 2014 ;
- La *Stratégie nationale de bioéconomie*, approuvée en 2013, qui fait de la bio-innovation un élément essentiel pour atteindre les objectifs de développement industriel et social du pays ;
- Un réaménagement de certains programmes au sein du DST ces cinq dernières années, afin de mettre davantage l'accent sur une innovation qui réponde aux défis sociaux. Au sein du DST, le programme Partenariats socioéconomiques pour l'innovation est chargé de la chaîne d'innovation en aval et gère à cette fin des sous-programmes sur l'innovation au service du développement inclusif et de l'économie verte, entre autres ;
- Le lancement, en 2012, du programme de stages « Technology Top 100 » du DST, qui vise à placer dans des entreprises de haute technologie de jeunes chômeurs diplômés en sciences, technologie et sciences de l'ingénieur. En 2013 et 2014, à l'issue de ce programme d'un an, un quart des 105 stagiaires s'était vu proposer un poste permanent dans son entreprise d'accueil. En 2015, 65 nouveaux candidats ont été placés dans des entreprises des provinces du Gauteng et du Cap occidental, et le réseau des sociétés privées participant au programme devrait s'élargir.

Un fonds pour revigorer la R&D du secteur privé

Le ratio DIRD/PIB a chuté en Afrique du Sud, passant de 0,89 % en 2008 à 0,73 % en 2012. Cette diminution s'explique essentiellement par un important recul de la R&D du secteur privé, en dépit d'une augmentation des dépenses publiques de R&D. Cependant, la production scientifique sud-africaine représente encore environ 85 % de la production totale de l'Afrique australe (Lan *et al.*, 2014).

En 2013 a été lancé le Fonds d'innovation sectorielle, censé contribuer à atteindre l'objectif d'un ratio DIRD/PIB d'au moins 1 %. Ce fonds cible des secteurs industriels bien définis, qui collaborent avec le gouvernement par l'intermédiaire du DST

Tableau 20.5 : **Coopération scientifique bilatérale de l'Afrique du Sud en Afrique, 2015**

Accord conjoint de coopération (date de signature)	Développement humain	Propriété intellectuelle	Politique de STI	Biosciences	Biotechnologies	Agriculture/agroalimentaire	Espace	Technologies laser	Technologies de médecine nucléaire	Gestion de l'eau	Exploitation minière/géologie	Énergie	TIC	Mathématiques	Environnement et changement climatique	Savoirs locaux	Aéronautique	Sciences des matériaux et nanotechnologies	Sciences fondamentales	Sciences humaines et sociales
Algérie (1998)								●	●								●	●		
Angola (2008)	●																			
Botswana (2005)*					●	●	●			●	●	●	●			●				
Égypte (1997)							●	●										●		●
Éthiopie (2014)																				
Ghana (2012)*					●		●						●							
Kenya (2004)*						●	●						●							
Lesotho (2005)						●														
Malawi (2007)	●		●	●				●								●				
Mali (2006)																				
Mozambique (2006)*	●					●	●						●							
Namibie (2005)*						●	●				●		●			●				
Nigéria (2001)					●		●				●							●		
Ouganda (2009)				●			●					●		●	●	●				
Rwanda (2009)				●			●					●			●				●	
Sénégal (2009)																				
Soudan (2014)																				
Tanzanie (2011)		●	●		●								●					●		
Tunisie (2010)					●							●	●							
Zambie (2007)*							●				●		●			●				
Zimbabwe (2007)	●				●						●		●					●		

* Partenaire du Réseau africain d'interférométrie à très longue base et du projet de radiotélescope Square Kilometre Array.

Source : Informations compilées par les auteurs par le biais du DST.

afin de répondre aux besoins spécifiques de l'industrie en matière de recherche, de développement et d'innovation, à l'aide d'un dispositif de cofinancement. Cet instrument de financement répond également à l'une des recommandations du *Rapport d'examen ministériel* de 2012, qui préconisait davantage d'interaction entre le ministère et le secteur privé.

Le programme d'avantages fiscaux destiné à encourager la R&D, adopté en 2007 puis modifié en 2012, accorde un abattement fiscal de 150 % pour les dépenses de R&D scientifique ou technologique admissibles consenties par des entreprises ou des personnes individuelles. L'amendement de 2012 oblige les entreprises à demander une approbation préalable de leurs projets de R&D pour pouvoir en bénéficier. Le programme s'est bien développé ces huit dernières années et a accordé des exonérations à près de 400 demandeurs, dont près de la moitié étaient des petites et moyennes entreprises. Grâce à un effet de démultiplication, il a permis de générer plus de 10 fois la valeur en R&D des 3,2 milliards de rands financés par le gouvernement.

Le Fonds d'innovation du DST, qui datait de 1999, a été remplacé par plusieurs instruments de financement distincts, regroupés dans le Programme d'innovation technologique géré par l'Agence d'innovation technologique, en service depuis 2010. Parmi les derniers fonds mis en place, on peut citer le Fonds d'innovation technologique pour les jeunes (2012), qui cible les innovateurs âgés de 18 à 30 ans et leur remet des bons leur permettant d'accéder à des services et/ou ressources qu'ils n'auraient pas les moyens de financer autrement, ainsi qu'un Fonds de démarrage (2012) qui aide les universités à obtenir des financements pour pouvoir, à terme, commercialiser les résultats des travaux de recherche universitaire.

Le programme Technologie et ressources humaines pour l'industrie (THRIP) investit à parts égales avec des entreprises dans des projets industriels encadrés par des chercheurs issus d'institutions publiques (universités, notamment), qui viennent compléter la formation des étudiants participants. Ce programme, créé en 1994, a fait l'objet en 2013 d'une évaluation externe, suivie d'une « redynamisation » grâce à une révision de certains de ses procédés.

Cette révision a entraîné une série de nouvelles mesures, notamment l'attribution de bourses d'études et la mise en place de la règle du « premier arrivé, premier servi » afin d'accélérer l'absorption des fonds accordés. Entre 2010 et 2014, le THRIP a aidé en moyenne 1 594 étudiants et 954 chercheurs par an, notamment un nombre croissant de chercheurs noirs et de chercheuses au fil des années.

Un autre programme plus ancien, l'Initiative sud-africaine pour les chaires de recherche (SARChI), lancée en 2006, a également contribué à augmenter le nombre de Noirs et de femmes parmi les chercheurs. Cette initiative a fait l'objet d'une évaluation externe en 2012. En 2014, elle avait attribué au total 157 chaires.

Le Programme de financement des centres d'excellence lancé en 2004 dispose actuellement d'un réseau de 15 centres de recherche, dont 5 ont été créés en 2014. L'un des plus récents est le Centre d'excellence en scientométrie et politique scientifique, technologique et d'innovation, dont le travail devrait entraîner une amélioration des processus de décision dans les politiques de STI et consolider les systèmes d'information nationaux en la matière.

Le *Plan national de développement* (2012) s'est fixé pour objectif de délivrer 100 000 doctorats d'ici 2030 afin de renforcer les capacités du pays en matière de recherche et d'innovation. Le DST a nettement augmenté ses financements en faveur des étudiants

Tableau 20.6 : **Échanges internationaux de produits de haute technologie par les pays de la SADC, 2008-2013, en millions de dollars des États-Unis**

	TOTAL											
	Importations						Exportations					
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Afrique du Sud	10 480,4	7 890,5	10 190,3	11 898,9	10 602,2	11 170,9	2 056,3	1 453,3	1 515,6	2 027,3	2 089,1	2 568,6
Botswana	251,7	352,9	248,0	274,1	303,7	–	21,1	24,4	15,1	44,6	62,7	–
Lesotho	16,6	28,4	–	–	–	–	0,4	1,6	–	–	–	–
Madagascar	254,1	151,8	177,0	141,6	140,2	–	7,4	10,7	5,5	52,6	2,0	...
Malawi	112,5	148,9	208,3	285,4	–	152,4	1,7	3,4	2,0	22,7	–	11,0
Maurice	284,3	327,8	256,6	255,2	344,8	343,5	101,1	21,9	6,2	9,8	10,6	6,3
Mozambique	167,3	148,6	125,4	134,1	189,2	1 409,2	6,1	23,8	0,5	71,2	104,7	82,1
Namibie	199,5	403,8	334,9	401,9	354,6	378,9	22,0	42,8	49,3	46,6	108,0	71,7
Seychelles	32,1	–	–	–	–	–	0,2	–	–	–	–	–
Tanzanie	509,1	532,2	517,4	901,7	698,4	741,6	11,8	18,1	27,4	43,0	98,9	50,0
Zambie	209,7	181,9	236,4	354,9	426,7	371,2	8,8	5,9	4,6	222,0	55,2	40,0
Zimbabwe	116,8	201,1	393,3	343,1	354,2	447,3	80,0	7,3	9,2	9,7	20,4	18,5

Remarque : Le classement concerne 145 pays au total.

Source : Banque mondiale.

Encadré 20.2 : L'Afrique du Sud sélectionnée pour accueillir un radiotélescope

En 2012, l'Afrique du Sud et l'Australie ont remporté un appel d'offres pour la construction du plus grand radiotélescope au monde, le Square Kilometre Array (SKA), un projet d'un montant de 1,5 milliard d'euros. L'Afrique du Sud travaillera en collaboration avec huit partenaires africains, dont six membres de la SADC : le Botswana, Madagascar, Maurice, le Mozambique, la Namibie et la Zambie, les deux autres pays étant le Ghana et le Kenya.

L'Afrique du Sud coopère également avec d'autres pays de la SADC en ce qui concerne l'acquisition de nouvelles compétences, par le biais du Programme africain de développement du capital humain du SKA, en vigueur depuis 2005. En 2012, le programme a octroyé environ 400 subventions à des étudiants en astronomie et en sciences de l'ingénieur, de la licence au niveau postdoctoral, et a également investi dans des programmes de formation destinés aux techniciens. Dans le cadre du projet SKA Africa, des cours d'astronomie sont également dispensés au Kenya, à Madagascar, à Maurice et au Mozambique.

En outre, un accord a été signé en 2009 entre l'Afrique du Sud, l'Algérie, le Kenya et le Nigéria concernant la réalisation de trois satellites en orbite terrestre basse dans le cadre de la Constellation de satellites pour la gestion des ressources africaines (ARMC). L'Afrique du Sud, censée en construire au moins un des trois, a démarré la construction du satellite ZA-ARMC1 en 2013.

La formation de professionnels et de chercheurs qualifiés est un prérequis essentiel pour la réussite du projet SKA en Afrique du Sud et la construction de nouveaux satellites dans le cadre de l'accord de l'ARMC. Ces initiatives contribueront à renforcer les capacités technologiques et humaines de l'Afrique en matière d'observation de la Terre ; ces capacités serviront dans les domaines de l'urbanisme, de la cartographie de l'occupation des sols, de l'anticipation et du suivi des catastrophes, de la gestion de l'eau, de la surveillance des gazoducs et oléoducs, etc.

Source : Informations compilées par les auteurs.

de troisième cycle. En 2014, le pays a décerné 34 doctorats par million d'habitants, un chiffre encore inférieur à l'objectif des 100 doctorats par million d'habitants fixé par le *Plan*.

Une destination prisée des scientifiques et des étudiants

L'Afrique du Sud est le pays de la SADC qui accueille le plus grand nombre de scientifiques renommés, ce qui est logique compte tenu de son rôle de chef de file de la science africaine. L'Afrique australe est connue pour la liberté de circulation qu'elle offre au personnel scientifique et pour la mobilité de ses chercheurs, l'Afrique du Sud constituant un pôle d'enseignement supérieur et de recherche majeur dans la région. Près de la moitié des chercheurs présents en Afrique du Sud y résident de façon temporaire (49 %) et passent moins de deux ans dans les centres de recherche du pays (Lan *et al.*, 2014).

En 2009, les universités sud-africaines ont attiré 61 000 étudiants africains étrangers, ce qui représente un important capital humain potentiel pour le pays. Cela favorise par ailleurs l'intégration avec le reste du continent (ISU, 2012). Les étudiants des pays de la SADC paient les mêmes frais de scolarité que les étudiants sud-africains, conformément au *Protocole de la SADC sur l'éducation et la formation*, ce qui signifie concrètement que leurs études sont subventionnées par les contribuables sud-africains. D'autres initiatives, comme l'Institut africain des sciences mathématiques (AIMS), encouragent également la circulation des étudiants, des scientifiques et des chercheurs dans la région et au-delà (encadré 20.3).

ANGOLA



Des progrès dans l'enseignement supérieur malgré des problèmes de gouvernance

L'Angola est considéré comme ayant un système d'innovation national viable (tableau 20.7). Le plus grand obstacle aux perspectives de développement du pays réside dans les problèmes de gouvernance. L'Angola est très mal classé dans l'Indice de perception de la corruption (161e sur 175) et l'Indice Ibrahim de la gouvernance africaine (44e sur 52, voir tableau 19.1). Une récente étude de l'UNESCO a établi une corrélation entre la faible productivité scientifique et l'absence d'efficacité en matière de gouvernance (UNESCO, 2013).

Le pays a cependant l'avantage d'être très peu dépendant du financement des donateurs pour ses besoins d'investissement,

Encadré 20.3 : Un réseau d'instituts africains des sciences mathématiques

L'Institut africain des sciences mathématiques (AIMS) est un réseau panafricain de centres d'excellence spécialisés dans l'enseignement de troisième cycle, la recherche et la vulgarisation dans le domaine des sciences mathématiques. Le premier institut du réseau a été fondé au Cap (Afrique du Sud) en 2003.

Depuis, quatre autres instituts ont été créés au Sénégal (2011), au Ghana (2012), au Cameroun (2013) et en Tanzanie (2014). L'institut sénégalais propose des cours en français et en anglais. Ces cinq instituts ont formé à ce jour 731 diplômés, dont un tiers de femmes.

Ils enseignent les mathématiques fondamentales et appliquées et couvrent des applications mathématiques très diverses dans les domaines de la physique (notamment astrophysique et cosmologie), de la biologie quantitative, de la bio-informatique, de l'informatique scientifique, de la finance, de la modélisation agricole, etc.

L'institut du Cap a été mis en place grâce au soutien de six universités, qui continuent de contribuer au programme d'enseignement : les universités de Cambridge et d'Oxford (Royaume-Uni), de Paris-Sud XI (France) et du Cap, de Stellenbosch et du Cap-Occidental (Afrique du Sud).

Outre ses programmes d'enseignement, l'institut sud-africain possède un centre de recherche dans des domaines interdisciplinaires comme la cosmologie, l'informatique et la finance. Il dirige également le Centre d'enrichissement des écoles de l'AIMS, destiné aux enseignants du primaire et du secondaire, qui organise des conférences publiques, des cours et des ateliers et soutient les clubs de mathématiques dans les écoles du pays.

Les autres instituts de l'AIMS assurent également des services communautaires. L'institut sénégalais a ainsi mis au point un module d'enseignement innovant pour les professeurs de mathématiques du secondaire. Il a aussi collaboré avec des entreprises locales afin de lever des fonds pour créer un concours national des applications informatiques et de la modélisation mathématique, en mettant l'accent sur la recherche de solutions au service du développement. Les universitaires et maîtres de conférences de l'institut ghanéen ont quant à eux doté les enseignants du collège Biriwa d'un module d'enseignement innovant. De son côté, l'institut camerounais prévoit de lancer son propre centre de recherche afin d'y accueillir des chercheurs résidents et invités, issus d'universités camerounaises et étrangères.

L'AIMS a été imaginé par le cosmologiste sud-africain Neil Turok, dont la famille avait été contrainte à l'exil pour avoir soutenu Nelson Mandela durant l'apartheid. Connaissant la passion de Mandela pour l'éducation, Turok n'eut aucun mal à le convaincre d'adopter ce projet.

L'institut sud-africain ayant remporté le prix TED en 2008, Turok et ses partenaires ont mis en place l'initiative Next Einstein, qui vise à créer 15 centres d'excellence dans toute l'Afrique d'ici 2023. Le gouvernement canadien a investi 20 millions de dollars des États-Unis en 2010 par le biais de son Centre de recherches pour le développement international, imité par de nombreux gouvernements d'Afrique et d'Europe.

Le projet d'élargissement du réseau prend de plus en plus d'ampleur. En octobre 2015, un forum se tiendra à Dakar sous l'égide du Programme international de sciences fondamentales de l'UNESCO afin de passer à l'étape suivante du processus.

Source : www.nexteinstein.org ; Juste Jean-Paul Ngome Abiaga, UNESCO.

puisqu'il est le deuxième plus grand producteur de pétrole en Afrique après le Nigéria et que son économie présente l'un des plus forts taux de croissance de la SADC (voir figure 19.1). Il se classe dans la première moitié des pays de la SADC en termes de PIB par habitant et a enregistré une croissance moyenne de près de 3 % par an au cours de la période 2008-2013. Si les inégalités de revenus y sont relativement faibles par rapport à ses voisins de la SADC, l'Angola affiche en revanche un fort taux de pauvreté. On estime qu'il se classe parmi les pays à développement humain moyen.

Certains s'inquiètent de l'impact de la prospection et de l'extraction pétrolières sur l'environnement, et en particulier de l'effet des forages en mer sur l'industrie halieutique. En outre, la durabilité des prix mondiaux et des stocks nationaux de pétrole s'avère incertaine, et l'industrie pétrolière ne génère pas beaucoup d'emplois locaux. Ces constats ont poussé le gouvernement à créer un Fonds souverain en 2012 afin d'investir les bénéfices des ventes de pétrole dans le développement d'un certain nombre d'industries locales, de façon à diversifier l'économie du pays et à mieux répartir la prospérité (BAD, 2013).

On ne dispose pas de données complètes sur les dépenses de R&D, mais il existe peu d'institutions menant des travaux de recherche et les chercheurs sont peu nombreux. Les indices de KEI et de KI du pays sont les plus faibles de toute la SADC. En 2011, le Ministère de la science et de la technologie a publié la *Politique nationale de science, technologie et innovation*, qui vise à organiser et à développer le système national de STI, à identifier des mécanismes de financement et à mettre la STI au service du développement durable.

Le pays a connu une interminable guerre civile (1975-2002) qui a non seulement empêché l'enseignement supérieur de progresser, mais également poussé de nombreux universitaires à émigrer.

Tableau 20.7 : **Situation des systèmes d'innovation nationaux de la région de la SADC**

Catégorie	
Fragile	Lesotho, Madagascar, République démocratique du Congo, Swaziland, Zimbabwe
Viable	Angola, Malawi, Mozambique, Namibie, Seychelles, Tanzanie, Zambie
En évolution	Afrique du Sud, Botswana, Maurice

Remarque : Les systèmes d'innovation nationaux peuvent être analysés et classés en fonction de leur potentiel de survie, de croissance et d'évolution. L'appréciation des seuils de viabilité est un exercice complexe qui sort du cadre du présent chapitre.
Les auteurs proposent toutefois une classification préliminaire des systèmes d'innovation nationaux des pays de la SADC selon les trois catégories ci-dessous. Les **systèmes fragiles** se caractérisent en règle générale par une instabilité politique, qui peut être due à des menaces externes ou à des fractures politiques internes. Les **systèmes viables** englobent les systèmes dynamiques mais également ceux qui présentent quelques défaillances, dans un contexte de stabilité politique cependant. Dans les **systèmes en évolution**, les pays connaissent une mutation sous l'effet des politiques, ce qui peut avoir des répercussions sur le système d'innovation régional naissant.

Source : Auteurs.

Depuis la fin de la guerre, le nombre d'universités a augmenté de manière spectaculaire, passant de deux en 1998 à plus de 60 aujourd'hui, avec plus de 200 000 étudiants inscrits. En 2013, le gouvernement a lancé un *Plan national de formation de cadres*. Par ailleurs, l'Angola, qui souhaite ancrer l'enseignement supérieur dans ses efforts de développement, abrite le Centre d'excellence pour les sciences appliquées au développement durable, qui a été créé en 2011 et a accueilli sa première promotion d'étudiants en 2013. Ce centre, premier du genre en Afrique, prévoit de produire une centaine de doctorats d'ici dix ans. Situé au sein de l'Université Agostinho Neto, à Luanda (SARUA, 2012), il propose à tous les Africains des formations et des projets de recherche sur le développement durable.

BOTSWANA



Une gouvernance de qualité

Le Botswana a connu, avec la Tanzanie, l'une des plus longues périodes de stabilité politique postindépendance de toute l'Afrique. Cette démocratie multipartite obtient les meilleurs résultats du continent dans l'Indice de perception de la corruption (31e sur 175) et se classe à la troisième place dans l'Indice Ibrahim de la gouvernance africaine (voir tableau 19.1). Malgré un PIB réel par habitant relativement élevé et en progression, le pays se classe deuxième de la SADC sur le plan des inégalités et souffre d'une pauvreté généralisée (tableau 20.1). L'incidence du VIH au Botswana (18,5 % de la population) est également parmi les plus élevées au monde, selon l'*Enquête sur l'impact du sida au Botswana* de 2013.

Le Botswana est le premier producteur mondial de diamants en termes de valeur. S'il dépend fortement de l'exploitation minière, le pays a échappé dans une large mesure à la « malédiction des ressources » en dissociant les dépenses publiques des recettes du secteur minier, qui sont investies dans un fonds d'épargne afin d'assurer une politique budgétaire anticyclique. Les revenus tirés des diamants ont été investis dans des infrastructures et des biens publics, et l'État a depuis longtemps mis en place des systèmes de bourses d'études universelles qui subventionnent entièrement l'éducation à tous les niveaux (BAD, 2013).

Aujourd'hui, l'extraction de diamants contribue de moins en moins à la croissance économique, un phénomène qui avait déjà commencé avant la forte baisse de la demande internationale survenue lors de la crise financière mondiale de 2008-2009. Le gouvernement a donc fait de la diversification de l'économie une priorité de son *dixième Plan national de développement* pour la période 2009-2016. Il considère la participation du secteur privé comme une condition « essentielle » à la réussite de ce plan et estime que renforcer le rôle de la R&D constitue le moyen le plus efficace de stimuler l'entrepreneuriat et la croissance du secteur privé (UNESCO, 2013).

En 2010, le gouvernement a publié sa *Stratégie de diversification économique*. Un an plus tard, il a révisé la loi sur les sociétés de façon à autoriser l'enregistrement des sociétés sans impliquer leurs secrétaires généraux, afin de réduire les coûts de démarrage pour les entreprises. L'État a également mis en place un système de points pour permettre aux expatriés qualifiés de travailler au Botswana (UNESCO, 2013).

L'élément central de la stratégie gouvernementale est la création de six pôles d'innovation. Le premier de ces pôles a été mis en place en 2008 afin d'encourager la commercialisation et la diversification de l'agriculture. Le deuxième pôle à voir le jour était le Botswana Diamond Hub (Pôle diamantaire du Botswana). Jusqu'à récemment, les diamants bruts représentaient 70 % des exportations du Botswana. Ces exportations ayant diminué lors de la crise financière mondiale de 2008-2009, l'État a décidé de tirer un plus grand profit de son industrie diamantaire. Il a donc renégocié des accords avec les multinationales, notamment De Beers en 2011, et créé en 2009 le technoparc Diamond Technology Park à Gaborone, destiné à servir de pôle pour la taille et le polissage des diamants et pour la fabrication de bijoux en diamants. En 2012, l'État avait accordé des licences à 16 sociétés de taille et de polissage de diamants (UNESCO, 2013).

D'autres pôles sont actuellement mis en place pour l'innovation, le secteur des transports et celui de la santé. En 2012, les instances dirigeantes du Botswana Innovation Hub (Pôle d'innovation du Botswana) avaient approuvé et enregistré 17 entités qui seront présentes dans le parc, notamment des institutions universitaires comme l'Université du Botswana et des sociétés exerçant dans des domaines très divers (conception et fabrication d'appareils de forage, technologies d'exploration minière, conception et fabrication de bijoux en diamants, ou encore applications et logiciels informatiques). En 2013, les services de base (conduites d'eau et électricité, notamment) avaient été installés sur la parcelle de 23 hectares située à Gaborone, et le site était prêt pour un développement intensif (UNESCO, 2013).

Un pôle d'éducation a par ailleurs été approuvé par le Bureau gouvernemental de coordination de la mise en œuvre dans le but de développer une formation à la recherche et une éducation de qualité, de façon à faire du Botswana un centre régional d'excellence et à encourager la diversification économique et la croissance durable. Le fort taux de chômage (18,4 % en 2013, voir tableau 20.1) est lié au décalage entre le développement des compétences et les besoins du marché, mais également à la faible croissance du secteur privé. Le Botswana Education Hub (Pôle d'éducation du Botswana) coordonnera ses activités avec celles des cinq autres pôles créés dans les domaines de l'agriculture, de l'innovation, des transports, de l'industrie diamantaire et de la santé (UNESCO, 2013).

Le Botswana compte deux universités publiques et sept universités privées. L'Université du Botswana est principalement destinée à l'enseignement, tandis que la toute nouvelle Université internationale des sciences et technologies du Botswana, qui a accueilli ses 267 premiers étudiants en septembre 2012, est axée sur la R&D et vise à améliorer les qualifications universitaires du personnel. Des progrès considérables ont été accomplis dans le secteur de l'éducation ces 10 dernières années (SARUA, 2012). Le nombre de publications scientifiques a également augmenté, passant de 133 à 210 entre 2009 et 2014 (figure 20.6).

La *Politique nationale pour la recherche, la science, la technologie et l'innovation* (2011) s'accompagne d'un plan de mise en œuvre (2012). Elle s'est fixé pour objectif de faire passer le ratio DIRD/PIB de 0,26 % en 2012 à plus de 2 % d'ici 2016 (République du Botswana, 2011, p. 6). Cet objectif ne pourra être atteint dans les délais impartis qu'en augmentant les dépenses publiques de R&D.

La politique s'articule autour de quatre grands axes :

- Développement d'une démarche coordonnée et intégrée de planification et de mise en œuvre de la STI ;
- Mise au point d'indicateurs de STI conformément aux directives des *Manuels de Frascati* et *d'Oslo* de l'OCDE ;
- Lancement d'exercices réguliers de prospective participative ;
- Renforcement des structures institutionnelles chargées du suivi et de la mise en œuvre des politiques.

La politique de 2011 constitue une révision de la première *Politique scientifique et technologique* du pays (1998). Elle a été fusionnée avec le *Plan du Botswana pour la recherche, la science et la technologie* de 2005 suite aux recommandations d'une évaluation réalisée par l'UNESCO en 2009, et dont le principal objectif était d'inscrire la politique du Botswana dans la logique de la *Vision 2016* présentée dans le *dixième Plan national de développement*. Cette évaluation avait conclu que les obstacles à la R&D étaient toujours les mêmes en 2009, et donc que la politique de 1998 n'avait eu que peu d'effet sur la création de richesses et d'emplois (UNESCO, 2013).

En 2013, le Botswana a entrepris l'élaboration d'une *Stratégie* et d'un *Plan d'action nationaux sur le changement climatique*. Il prévoit d'établir en premier lieu une politique sur le changement climatique, puis de mettre au point la stratégie. Ce processus devrait être fortement consultatif et garantir la participation des habitants des zones rurales.

LESOTHO



Une convention de financement pour développer le secteur privé et les services sociaux

À la mi-2014, ce royaume montagneux de deux millions d'habitants a connu une crise politique suite à la suspension du parlement, ce qui a entraîné une tentative de coup d'État militaire. La SADC a négocié une sortie de crise qui a abouti à la tenue d'élections parlementaires avec deux ans d'avance, en mars 2015. Le parti du Premier Ministre sortant a repris le pouvoir lors de cette élection que la SADC a qualifié de « libre, équitable et crédible ».

Selon les chiffres nationaux, 62,3 % de la population vit en dessous du seuil de pauvreté national et le pays affiche un taux de chômage élevé (25,4 %). L'espérance de vie moyenne n'atteint même pas 49 ans, 23 % des habitants âgés de 15 à 49 ans étant infectés par le VIH[14]. L'indice de développement humain est faible : le Lesotho se classait en effet 158e sur 187 pays en 2012, en dépit de certaines améliorations depuis 2010 (Gouvernement du Lesotho et PNUD, 2014). Le PIB par habitant a augmenté de 18,7 % au cours de la période 2009-2013 (tableau 20.2).

14. Voir http://www.unaids.org/fr/regionscountries/countries/lesotho.

Trois habitants sur quatre vivent dans des zones rurales et dépendent d'une agriculture de subsistance. Compte tenu d'une productivité agricole médiocre et d'une faible proportion de terres arables (à peine 10 %), le Lesotho est fortement dépendant des produits importés d'Afrique du Sud. Il dépend également de son voisin sud-africain pour l'emploi et pour l'achat de sa principale ressource naturelle : l'eau.

L'État reste le principal employeur et le plus grand consommateur du pays ; en 2013, il a contribué pour 39 % au PIB. Le premier employeur privé du Lesotho est l'industrie du textile et de l'habillement : environ 36 000 Basotho, essentiellement des femmes, travaillent dans des usines qui fabriquent des vêtements destinés à être exportés en Afrique du Sud et aux États-Unis (voir figure 18.2). L'extraction de diamants s'est développée ces dernières années et pourrait représenter 8,5 % du PIB d'ici 2015, selon les prévisions actuelles. Le Lesotho reste extrêmement tributaire des financements des donateurs.

En 2007, le pays a signé une convention de financement (ou compact) de 362,5 millions de dollars des États-Unis sur six ans avec le Millennium Challenge Account afin de renforcer le système de santé, de développer le secteur privé et d'améliorer l'accès à un approvisionnement en eau et à des installations sanitaires améliorés. Ses « bonnes performances » et son « engagement constant en faveur des principes démocratiques et de la bonne gouvernance » lui ont valu en décembre 2013 d'être éligible à un second financement[15] du Millennium Challenge Account. Étant donné que le processus de mise en place s'étale sur deux ans, cette deuxième convention de financement sera effective à partir de 2017 si la candidature du Lesotho est retenue.

Les principaux obstacles à la croissance économique, à l'entrepreneuriat dans le secteur privé et à la réduction de la pauvreté au Lesotho sont liés à l'utilisation inefficace des ressources publiques dans la prestation de services publics visant à encourager l'investissement privé et l'entrepreneuriat.

Une politique de STI encore largement inappliquée

Les principaux indicateurs de R&D du Lesotho révèlent un sous-secteur de la STI mal développé et le ratio DIRD/PIB le plus faible de toute la SADC (0,01 % en 2011, voir figure 20.3). Le pays compte une seule université publique, l'Université nationale du Lesotho (créée en 1945), et un certain nombre d'autres institutions d'enseignement supérieur publiques et privées. Les établissements privés compensent en partie la capacité limitée du secteur public à accueillir tous les effectifs. Les ressources publiques devront de toute évidence être mieux utilisées à tous les niveaux si l'on souhaite tirer parti de la STI pour répondre aux besoins de développement du pays.

La *Politique scientifique et technologique nationale 2006-2011* prévoyait de porter le financement public de la R&D à 1 % du budget national annuel et recommandait la création de nouvelles institutions, notamment une Commission consultative des sciences et de la technologie du Lesotho, chargée de gérer la mise en œuvre de la politique scientifique et technologique, et un Fonds fiduciaire du Lesotho pour l'innovation, censé mobiliser des financements en faveur de la STI. Le Département des sciences et de la technologie (qui fait partie du Ministère de la communication, des sciences et de la technologie) est en charge de la promotion et de la coordination de la politique de STI, conformément au plan de mise en œuvre détaillé élaboré en 2010. Ce plan appelait à prendre des mesures afin que tous les segments de la société bénéficient de la STI, suivant le principe basotho du *letsema*. Cependant, cette politique n'a fait l'objet d'aucune révision et reste à ce jour largement inappliquée.

15. Voir www.lmda.org.ls.

MADAGASCAR



Une politique de recherche axée sur le développement

À Madagascar, le coup d'État de 2009 a donné lieu à des sanctions internationales qui ont réduit les financements accordés par les donateurs. Aujourd'hui, l'économie est vacillante : le PIB par habitant a en effet chuté de 10,5 % au cours de la période 2008-2013. Si Madagascar obtient un classement médian en termes de développement humain au sein de la SADC, le pays affiche en revanche le deuxième taux de pauvreté le plus élevé de la communauté derrière la République démocratique du Congo.

En matière de gouvernance, il est passé de la 118e à la 127e place dans l'Indice de perception de la corruption entre 2013 et 2014 (sur 175 pays). Tous les indices de gouvernance indiquent que l'instabilité politique constitue un facteur aggravant de la corruption (et inversement) et représente le principal obstacle à la création d'un environnement entrepreneurial favorable et sain (IFC, 2013). Comme de nombreux pays, Madagascar célèbre le 9 décembre de chaque année la Journée internationale de lutte contre la corruption, qui en 2013 avait pour thème « Zéro corruption, 100 % développement ».

Madagascar présente un faible ratio DIRD/PIB (0,11 % en 2011). La R&D est répartie entre plusieurs instituts de recherche consacrés entre autres à l'agriculture, à l'industrie pharmaceutique, à l'océanographie, à l'environnement, aux sciences vétérinaires, à l'énergie nucléaire, à la botanique et à la zoologie. Le pays compte 6 universités publiques et 3 universités techniques, 8 centres nationaux de recherche et 55 universités et collèges financés par des fonds privés. Les inscriptions dans l'enseignement supérieur connaissent depuis 2005 une augmentation spectaculaire, et des programmes de doctorat sont proposés par 29 écoles ou départements spécialisés d'universités publiques et privées.

L'État a identifié l'enseignement supérieur comme étant un agent essentiel du développement national. Le Défi 5 du *Plan d'action pour Madagascar* 2007-2012 souligne ainsi la nécessité de transformer l'enseignement supérieur et définit plusieurs objectifs spécifiques :

- Assurer la compétitivité, la créativité et l'employabilité des diplômés ;
- Encourager la recherche et l'innovation ;
- Proposer des cursus diversifiés afin de répondre aux besoins socioéconomiques nationaux ;

- Améliorer la gouvernance des universités publiques ;
- Créer des universités privées et des instituts techniques de qualité.

Entre 2000 et 2011, le nombre d'étudiants inscrits dans les universités publiques de Madagascar a plus que doublé, passant de 22 166 à 49 395, dont près de la moitié à l'Université d'Antananarivo, selon le Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique. La grande majorité des doctorants étaient inscrits dans des programmes de sciences et d'ingénierie (SARUA, 2012). Dans les universités à la fois publiques et privées, la population étudiante a presque doublé entre 2006 et 2012 pour atteindre 90 235 étudiants ; en revanche, le nombre de candidats au doctorat a diminué (tableau 19.4).

Madagascar ne dispose pas de politique de STI mais a adopté en décembre 2013 une politique nationale de recherche afin d'encourager l'innovation et la commercialisation des résultats de recherche au service du développement socio-économique. Cette politique s'accompagne de cinq *Plans directeurs de recherche* relatifs aux énergies renouvelables, à la santé et à la biodiversité, à l'agriculture et à la sécurité alimentaire, à l'environnement et au changement climatique. Ces plans ont été désignés comme étant prioritaires en matière de R&D ; d'autres plans sont en cours d'élaboration en 2015-2016.

Par ailleurs, un Fonds compétitif de la recherche et de l'innovation est actuellement mis en place. Il vise à renforcer les bénéfices socio-économiques de la recherche et à tisser des liens entre les chercheurs publics et le secteur privé, conformément à la politique nationale de recherche. Ce fonds est financé par l'État mais également par des partenaires bilatéraux et multilatéraux.

En 2012, le Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique s'est prononcé en faveur d'une réforme radicale, soulignant l'importance d'améliorer l'interface entre la recherche scientifique et les objectifs de développement du pays.

MALAWI



Attirer les investisseurs pour diversifier l'économie

Le Malawi est une démocratie parlementaire multipartite depuis 1994. L'économie a enregistré ces 10 dernières années une croissance de 5,6 % par an en moyenne : c'est la sixième plus forte croissance de la SADC. La croissance du PIB réel devrait selon les prévisions atteindre 5 à 6 % entre 2015 et 2019 (FMI, 2014). La part du financement des donateurs dans la formation de capital du pays a considérablement augmenté entre 2007 et 2012. Par ailleurs, les initiatives visant à diversifier le secteur agricole et à progresser dans la chaîne de valeur mondiale ont été sérieusement limitées par la mauvaise qualité des infrastructures, la formation inadaptée de la main-d'œuvre et un climat commercial défavorable (BAD *et al.*, 2014).

Le Malawi présente l'un des indices de développement humain les plus faibles de la SADC (voir tableaux 19.1 et 20.2), mais il fait également partie des trois pays d'Afrique (avec la Gambie et le Rwanda) qui « réalisent des progrès particulièrement impressionnants dans la réalisation de plusieurs objectifs du Millénaire pour le développement », notamment en ce qui concerne le taux net de scolarisation primaire (83 % en 2009) et la parité entre les sexes, qui a été atteinte dans l'enseignement primaire (UNESCO, 2014a).

L'économie est fortement tributaire de l'agriculture, qui représente 27 % du PIB (figure 20.2) et 90 % des recettes d'exportation. Les trois principales cultures d'exportation sont le tabac, le thé et le sucre ; le secteur du tabac représente à lui seul la moitié des exportations (voir figure 18.2). Le Malawi est le pays d'Afrique qui consacre la part la plus importante de son PIB à l'agriculture (voir tableau 19.2). Plus de 80 % de la population vit de l'agriculture de subsistance, tandis que les revenus du secteur manufacturier représentent à peine 10,7 % du PIB (figure 20.2). En outre, la plupart des produits sont exportés sous forme brute ou semi-transformée.

Le Malawi sait qu'il devra attirer davantage d'IDE pour encourager le transfert de technologies, développer le capital humain et donner au secteur privé les moyens de stimuler la croissance économique. Les IDE sont en hausse depuis 2011 grâce à une

Encadré 20.4 : Le Fonds malawien d'appui à l'innovation

Le Fonds malawien d'appui à l'innovation (MICF) est un nouveau dispositif concurrentiel permettant aux entreprises des secteurs agricole et manufacturier du Malawi de demander des subventions pour des projets innovants susceptibles de produire d'importantes retombées au niveau social et de contribuer à la diversification des exportations du pays.

Ce fonds se concentre sur les trois groupes de produits sélectionnés dans le cadre de la *Stratégie nationale d'exportation* du pays : produits à base d'oléagineux, produits issus de la canne à sucre et produits manufacturés.

Le MICF octroie des cofinancements pouvant aller jusqu'à 50 % à des projets d'entreprises innovants, de façon à absorber une partie des risques commerciaux liés à l'innovation. Ce soutien est censé accélérer la mise en œuvre de nouveaux modèles commerciaux et/ou l'adoption de nouvelles technologies.

La première série d'appels d'offres a commencé en avril 2014.

Le fonds est doté de 8 millions de dollars des États-Unis provenant du Ministère britannique du développement international et du Programme des Nations Unies pour le développement.

Source : Communiqué de presse et communication personnelle de la BAD ; auteurs.

réforme du système de gestion financière et à l'adoption d'un *Plan de relance économique* par le gouvernement. En 2012, les investisseurs venaient majoritairement de Chine (46 %) et du Royaume-Uni (46 %), et les afflux d'IDE bénéficiaient essentiellement aux infrastructures (62 %) et au secteur de l'énergie (33 %) [UNESCO, 2014a].

Le gouvernement a mis en place divers avantages fiscaux, notamment des allègements fiscaux, afin d'attirer les investisseurs étrangers. En 2013, le Centre d'investissement et de commerce du Malawi a constitué un portefeuille d'investissements ciblant 20 sociétés dans les six principaux secteurs de croissance économique du pays, à savoir l'agriculture, les biens manufacturés, l'énergie (bioénergies, électricité mobile), le tourisme (écogîtes), les infrastructures (services d'évacuation des eaux usées, câbles à fibre optique, etc.) et l'exploitation minière (UNESCO, 2014a).

En 2013, le gouvernement a adopté une *Stratégie nationale d'exportation* afin de diversifier les exportations du pays (Gouvernement du Malawi, 2013). Des sites de production doivent être mis en place pour une large gamme de produits[16] dans les trois groupes sélectionnés : produits à base d'oléagineux, produits issus de la canne à sucre et industrie manufacturière. Le gouvernement estime en effet que ces trois secteurs pourraient représenter plus de 50 % des exportations du Malawi d'ici 2027 (voir figure 18.2). Afin d'aider les entreprises à adopter des pratiques et des technologies innovantes, la stratégie prévoit d'améliorer l'accès aux résultats de la recherche internationale et l'information concernant les technologies disponibles. Elle doit également aider les entreprises à obtenir des subventions de sources telles que le Fonds de développement des exportations et le Fonds malawien d'appui à l'innovation (encadré 20.4) afin d'investir dans ces technologies (UNESCO, 2014a).

Des scientifiques productifs, mais peu de places universitaires

Bien qu'il soit parmi les pays les plus pauvres au monde, le Malawi a consacré 1,06 % de son PIB aux DIRD en 2010, selon une enquête du Département de la science et de la technologie : c'est l'un des ratios les plus élevés d'Afrique. Il convient également de signaler que les scientifiques malawiens publient davantage dans des revues réputées (par rapport au PIB) que n'importe quel autre pays ayant une population de taille similaire (UNESCO, 2014a).

Le taux d'inscription dans l'enseignement supérieur s'efforce tant bien que mal de suivre le rythme – soutenu – de la croissance démographique. Malgré une légère amélioration, à peine 0,81 % de la tranche d'âge était inscrite à l'université en 2011. De plus, bien que le nombre d'étudiants ayant choisi de suivre leurs études à l'étranger ait augmenté de 56 % entre 1999 et 2012, leur proportion a diminué sur la même période, passant de 26 % à 18 % (UNESCO, 2014a).

La première politique scientifique et technologique du Malawi, qui datait de 1991, a été révisée en 2002. Bien qu'elle ait été approuvée, cette nouvelle version n'est toujours pas pleinement appliquée, en grande partie parce qu'il n'existe pas de plan de mise en œuvre ni de démarche coordonnée en matière de STI. Cette politique est depuis quelques années en révision, avec l'aide de l'UNESCO, afin que ses priorités et ses stratégies correspondent mieux à la deuxième *Stratégie de croissance et de développement du Malawi* (2013) et aux instruments internationaux auxquels le pays a adhéré (UNESCO, 2014a).

La *Politique scientifique et technologique nationale* de 2002 envisageait la création d'une Commission nationale de la science et de la technologie, censée conseiller le gouvernement et d'autres parties prenantes en matière de développement fondé sur la science et la technologie. Cette commission, dont la création était prévue par la loi sur la science et la technologie de 2003[17], n'a finalement vu le jour qu'en 2011 ; son secrétariat est issu de la fusion du Département de la science et de la technologie et du Conseil national de la recherche. Le Secrétariat de la Commission nationale de la science et de la technologie a révisé l'actuel *Plan stratégique pour la science, la technologie et l'innovation (2011-2015)* mais, début 2015, la politique de STI révisée attendait toujours l'approbation du Cabinet (UNESCO, 2014a).

La mise en œuvre des politiques de STI a entraîné ces dernières années plusieurs résultats appréciables, notamment :

- La création, en 2012, de l'Université des sciences et des technologies du Malawi et de l'Université d'agronomie et des ressources naturelles de Lilongwe (LUANAR[18]), en vue de renforcer les capacités en matière de STI. Avec l'Université du Malawi et l'Université de Mzuzu, cela porte le nombre d'universités publiques à quatre ;
- L'amélioration des capacités de recherche biomédicale, grâce à l'Initiative de renforcement des capacités de recherche médicale, qui pendant cinq ans (2008-2013) a attribué des subventions de recherche et des bourses d'études concurrentielles aux étudiants de doctorat, de master et de licence, avec l'aide de la fondation britannique Wellcome Trust et du Ministère britannique du développement international ;
- Des avancées importantes dans la réalisation d'essais en milieu confiné sur le coton, avec le soutien du Programme américain de renforcement des systèmes de biosécurité, de Monsanto et de la LUANAR (voir encadré 18.2) ;
- L'introduction de l'éthanol comme carburant de substitution et l'adoption de technologies de production d'éthanol ;
- Le lancement, en décembre 2013, de la *Politique des TIC du Malawi*, qui vise à favoriser le déploiement des TIC dans tous les secteurs de l'économie et de la production et à améliorer les infrastructures de TIC dans les zones rurales, notamment grâce à la création de télécentres ;
- Une révision des programmes scolaires du secondaire en 2013.

16. Notamment huile de cuisson, savons, lubrifiants, peintures, alimentation animale, engrais, encas et cosmétiques.

17. Un Fonds pour la science et la technologie a également été créé en vertu de la loi sur la science et la technologie de 2003 afin de financer la recherche et les études à l'aide de subventions et de prêts du gouvernement ; ce fonds n'était pas encore opérationnel en 2014 (UNESCO, 2014b).

18. La LUANAR est devenue une entité distincte de l'Université du Malawi en 2012.

MAURICE



Un pôle d'investissement qui tente de concurrencer l'Afrique du Sud

Maurice est une petite nation insulaire qui compte 1,3 million d'habitants. Elle affiche un faible taux de chômage et son PIB par habitant, le deuxième plus élevé de la SADC, a augmenté de plus de 17 % au cours de la période 2008-2013. Maurice se classe également au deuxième rang de la SADC en termes de développement humain et au troisième rang en ce qui concerne l'Indice de perception de la corruption (47e sur 175), derrière le Botswana (31e) et les Seychelles (43e). En 2012, on comptait presque deux fois plus d'étudiants qu'en 2006 (tableau 19.4).

L'économie est dominée par le tourisme, le textile, le sucre et les services financiers. La base économique s'est rapidement diversifiée en se tournant vers les TIC, les fruits de mer, l'hôtellerie, l'aménagement immobilier, les services de santé, les énergies renouvelables, l'éducation et la formation, qui ont attiré à la fois des investisseurs locaux et étrangers. Maurice constitue également un pôle d'investissement pour les nouvelles entreprises et offre un environnement très avantageux pour les sociétés offshore. Cette diversification est due en grande partie à la détermination du gouvernement à faire progresser l'économie dans la chaîne de valeur pour la fonder en priorité sur des technologies et des compétences de pointe. Cette stratégie a porté ses fruits : en 2013, Maurice a devancé l'Afrique du Sud pour devenir l'économie la plus compétitive d'Afrique subsaharienne.

La transformation radicale de l'économie mauricienne s'est appuyée dans une large mesure sur un document stratégique adopté en 2011, intitulé *Maurice : Île durable*. Ce document, qui ancre le développement économique dans la durabilité, porte sur cinq thèmes interdépendants : l'énergie, l'environnement, l'éducation, l'emploi et l'équité. Maurice a promulgué en 2011 une loi sur l'efficacité énergétique et a adopté une *Stratégie énergétique 2011-2025* qui met l'accent sur la durabilité de la conception des bâtiments et des transports, ainsi que sur le développement des sources d'énergie renouvelable comme l'énergie solaire, géothermique ou hydraulique.

Le pays a joué un rôle central dans la mise en œuvre du *Programme d'action pour le développement durable des petits États insulaires en développement*, dont il a accueilli l'un des trois sommets[19] en 2005. En 2014, Maurice a appelé à la création d'un centre d'excellence de l'UNESCO sur l'océanographie et l'innovation au service du renforcement des capacités et de la recherche, dans le cadre du *Programme de développement durable à l'horizon 2030*. Cette recommandation a été reprise par la *Déclaration ministérielle de Maurice* adoptée par le pays mais également par les Comores, Madagascar et les Seychelles à l'issue d'une réunion de haut niveau sur le renforcement des politiques de STI et de la gouvernance au service du développement durable des petits États insulaires en développement et de leur résilience face au changement climatique.

19. Adopté à la Barbade en 1994, puis révisé à Maurice en 2005 et à Samoa en 2014.

Une série de mesures pour stimuler la R&D

En 2012, Maurice a consacré 0,18 % de son PIB aux DIRD (figure 20.3). Environ 85 % des dépenses publiques de R&D sont investies dans des domaines liés aux sciences et technologies. Les secteurs qui enregistrent les dépenses les plus importantes (en tout, près de 20 % des dépenses totales dans les domaines des sciences et technologies) sont l'agriculture, l'environnement et les sciences de la mer/de l'océan, puis la santé et les TIC (environ 4 à 7 % des dépenses totales). Maurice s'est fixé pour objectif de porter les dépenses publiques de R&D à 1 % de son PIB d'ici 2025 et compte sur le secteur privé pour contribuer d'au moins 50 % aux dépenses nationales de R&D d'ici cette date.

En 2009, le Conseil de la recherche de Maurice a organisé une série de consultations. Outre son rôle de conseil, cet organisme gouvernemental coordonne et finance la recherche afin de donner l'avantage aux industries en matière d'innovation. Ces consultations ont donné lieu aux propositions suivantes :

- Augmenter les dépenses privées de R&D ;
- Renforcer les lois sur la propriété intellectuelle ;
- Encourager la recherche axée sur le marché ;
- Consolider les liens entre les chercheurs du secteur public et l'industrie ;
- Instaurer des mesures fiscales afin d'encourager l'investissement privé en faveur de la R&D.

En réponse à ces recommandations, l'État a pris différentes mesures visant à stimuler la R&D, notamment :

- La mise à disposition, en 2014, de 100 millions de roupies mauriciennes (environ 3 millions de dollars É.-U.) afin de financer la R&D, notamment par le biais du Programme de recherche collaborative du secteur public et du Programme d'innovation des petites entreprises, mis en œuvre par le Conseil de la recherche de Maurice. Les principaux domaines concernés sont la biomédecine, les biotechnologies, l'énergie et l'efficacité énergétique, les TIC, les terres et l'occupation des sols, les technologies de fabrication, l'enseignement scientifique et technologique, la recherche économique et sociale et les ressources en eau ;
- En 2014 également, l'amendement de la loi sur le Conseil de la recherche de Maurice, qui prévoit la création d'un Fonds national de recherche et d'innovation ;
- La création de l'Institut international de l'Académie de recherche technologique (qui a son propre campus depuis 2015) au moyen d'un protocole d'accord entre l'Institut indien de technologie, en Inde, et le Conseil de la recherche de Maurice, en collaboration avec l'Université de Maurice ;
- Des mesures, en 2013, pour recruter 30 maîtres de conférences étrangers expérimentés pour les deux universités du pays (l'Université de Maurice et l'Université de technologie[20]) afin d'encourager des projets de recherche plus ambitieux et d'améliorer la qualité de l'enseignement.

20. Trois autres institutions proposent un enseignement supérieur : l'Institut d'éducation de Maurice, l'Institut Mahatma Gandhi et le Collège des ondes..

Le Conseil de recherche de Maurice est la principale agence de coordination du Ministère de l'enseignement supérieur, des sciences, de la recherche et des technologies. Le ministère supervise actuellement l'élaboration des premières *Politique et stratégie nationales en matière de science, de technologie et d'innovation* du pays pour la période 2014-2025. L'ébauche de cette politique porte essentiellement sur :

- Les compétences humaines dans le secteur de la STI ;
- Le rôle du secteur de la recherche publique ;
- Le lien entre la science et la société ;
- L'absorption et l'innovation technologiques ;
- L'investissement dans la recherche et l'innovation ;
- Les défis à relever grâce au renforcement de la recherche ;
- La promotion des initiatives africaines de STI ;
- La gouvernance et le développement durable.

Il reste néanmoins plusieurs défis à relever, notamment mettre la cohérence et les perspectives à long terme au premier plan de la gouvernance de la STI et rapprocher les instituts de recherche publics et les entreprises privées.

MOZAMBIQUE



Une occasion d'accélérer le développement

Le Mozambique a enregistré ces 10 dernières années un fort taux de croissance (6,0 à 8,8 % par an). En effet, la production d'aluminium et de gaz naturel, qui a commencé dans les années 2000, a entraîné un afflux important d'IDE. La dépendance du pays à l'égard des financements des donateurs, bien qu'encore importante, a nettement diminué entre 2007 et 2012. Cependant, la croissance économique ne s'est pas encore traduite par une amélioration du développement humain. Le Mozambique n'a pas vu son score évoluer depuis 2007 et se classe toujours 179e sur 185 pays. Il est également confronté à une pauvreté généralisée. Cette situation constitue un obstacle majeur à la diversification économique, d'autant qu'on déplore également des coûts financiers élevés, une mauvaise qualité des infrastructures et un cadre réglementaire dissuasif (BAD, 2013). Le Mozambique est également mal classé dans l'Indice de perception de la corruption (119e sur 175) et l'Indice Ibrahim de la gouvernance en Afrique (voir tableau 19.1).

Ni la *Politique scientifique et technologique* (2003) ni la *Stratégie du Mozambique sur les sciences, les technologies et l'innovation*, approuvée en 2006 sur un horizon de dix ans, n'ont encore tenu leurs promesses. La *Stratégie* définit un ensemble de priorités en vue d'éradiquer l'extrême pauvreté, de tirer parti de la croissance économique et d'améliorer le bien-être social de tous les Mozambicains. Elle est actuellement mise en œuvre en collaboration avec des partenaires internationaux. Avec un ratio DIRD/PIB de 0,42 % en 2010, le Mozambique se situe dans la moyenne des pays de la SADC, mais affiche en revanche une faible densité de chercheurs : à peine 66 par million d'habitants en 2010 (personnes physiques), hors secteur commercial.

Pour favoriser la mise en œuvre de sa *Politique scientifique et technologique*, le Mozambique a créé en 2006 un Fonds national de recherche géré par le Ministère de la science et de la technologie. Les financements bénéficient à de nombreux projets de recherche scientifique, d'innovation et de transfert de technologies dans les domaines suivants : agriculture, éducation, énergie, santé, eau, ressources minérales, durabilité environnementale, sciences halieutiques et maritimes et botanique.

Le pays compte 16 institutions de recherche ainsi que plusieurs conseils nationaux de la recherche dans les domaines de l'eau, de l'énergie, de l'agriculture, de la médecine et de l'ethnobotanique, entre autres. L'Académie nationale des sciences date de 2009.

Le Mozambique compte également 26 institutions d'enseignement supérieur, dont la moitié sont privées. Ce sont toutefois les institutions publiques qui accueillent la majorité des étudiants, en particulier l'Université Eduardo Mondlane et l'Universidade Pedagogica. La demande dans ce domaine augmente rapidement : on recensait en effet quatre fois plus d'étudiants en 2012 (124 000) qu'en 2005 (voir tableau 19.4).

Comme plusieurs de ses voisins, le Mozambique procède actuellement à une cartographie de son système scientifique, en partenariat avec l'Observatoire mondial des instruments de politique de STI (GO→SPIN) de l'UNESCO. Cet exercice de cartographie devrait servir de base à l'élaboration d'une nouvelle politique de STI qui pourra s'appliquer à des domaines aussi essentiels que l'atténuation des conséquences du changement climatique, la recherche de nouvelles sources d'énergie, l'innovation au service de l'inclusion sociale, la promotion de la gestion et de la conservation durables de l'eau douce, les ressources terrestres et la biodiversité, ou encore la résilience face aux catastrophes.

Le retour de la stabilité politique et les revenus issus de la production d'aluminium, de gaz et de charbon donnent au Mozambique une occasion sans précédent d'accélérer le développement et d'améliorer le bien-être social. Néanmoins, pour générer des revenus de façon durable, les richesses doivent être gérées et transformées en actifs pouvant continuer à servir les intérêts à long terme du pays.

NAMIBIE



Une nécessaire diversification de l'économie

Si la Namibie est considérée comme un pays à revenu intermédiaire en raison de son PIB par habitant, son indice de Gini (voir glossaire p. 741) révèle un niveau d'inégalités parmi les plus élevés au monde, malgré une modeste amélioration depuis 2004. La Namibie est également confrontée à un taux de chômage de 16,9 % (tableau 20.1) et à une pauvreté généralisée, la majorité de la population survivant grâce à une agriculture de subsistance. Il faut ajouter à cela l'impact de longues périodes de grande sécheresse et une prévalence élevée du VIH/sida. La Namibie se classe par ailleurs 128e sur 186 pays en matière de développement humain. Ces indicateurs témoignent de l'ampleur des obstacles que la Namibie devra surmonter si elle souhaite échapper à sa dépendance excessive à l'égard de

l'exploitation minière (voir figure 18.2), qui n'emploie qu'environ 3 % de la population.

La stratégie de développement à long terme de la Namibie repose sur le document de planification *Vision 2030*, adopté en 2004 afin de « réduire les inégalités et faire progresser sensiblement la nation sur l'échelle du développement humain, de façon à bien se positionner parmi les pays développés[21] au niveau mondial ». Pour réaliser les objectifs de *Vision 2030*, cinq « moteurs » ont été identifiés : l'éducation, la science et la technologie, la santé et le développement, l'agriculture durable, la paix et la justice sociale, et enfin l'égalité des sexes.

En 2010, la Namibie affichait encore un ratio DIRD/PIB faible (0,14 %) mais comptait en revanche 343 chercheurs (personnes physiques) par million d'habitants, l'un des meilleurs ratios de la région. Les indices des connaissances (KI) et de l'économie du savoir (KEI) du pays sont relativement élevés également, bien que la Namibie ait perdu neuf places entre 2000 et 2012. Deux facteurs peuvent sans doute expliquer ces résultats plutôt satisfaisants : d'une part, un environnement favorable au marché, la Namibie tirant avantage de sa proximité avec l'Afrique du Sud ; d'autre part, deux universités réputées, qui ont formé une masse critique de main-d'œuvre qualifiée ces 20 dernières années, ainsi qu'un petit contingent de professionnels et de dirigeants très qualifiés.

Deux universités réputées

L'Université des sciences et technologies de Namibie (anciennement École polytechnique de Namibie) et l'Université de Namibie accueillent à elles seules 93 % des étudiants, les autres se répartissant entre deux universités privées.

L'Université de Namibie affiche une population d'environ 19 000 étudiants ainsi qu'un réseau de 12 antennes locales et 9 centres régionaux dans tout le pays. Elle se compose de plusieurs facultés : agronomie et ressources naturelles, économie et gestion, éducation, sciences de l'ingénieur, sciences de la santé, sciences humaines et sociales, droit et sciences naturelles. L'université propose 12 programmes de doctorat et a délivré à ce jour 122 doctorats. Elle a mis en place des mesures incitant les chercheurs à publier leurs travaux.

L'Université des sciences et technologies de Namibie cherche à « renforcer l'innovation, l'entrepreneuriat et la compétitivité en Namibie et dans la région de la SADC ». Elle compte 7 écoles/facultés et 10 centres d'excellence et a accueilli plus de 12 000 étudiants en 2014. Une Unité d'enseignement coopératif (CEU) a été mise en place en 2010 afin de doter les diplômés des compétences recherchées par l'industrie. Cette unité élabore ses programmes d'enseignement en collaboration avec l'industrie et coordonne un programme permettant aux étudiants de postuler pour un stage en entreprise afin de mettre en pratique leurs connaissances.

Un programme sur trois ans pour doper la STI

Au sein du Ministère de l'éducation, c'est la Direction de la recherche, de la science et de la technologie (qui relève du Département de l'enseignement supérieur, de la science et de la technologie) qui assure la coordination des activités scientifiques. En 2013, la Namibie a créé une Commission nationale de la recherche, des sciences et de la technologie en vertu de la loi éponyme de 2004. Cette commission est mandatée pour mettre en application la loi sur la biosécurité de 2006. Elle est également chargée d'élaborer un Programme national de recherche, de science, de technologie et d'innovation sur trois ans, avec l'aide de l'UNESCO[22]. Ce programme se fonde sur les directives de la *Politique nationale pour la recherche, la science, la technologie et l'innovation*, adoptée en 1999.

Un atelier de consultation nationale a été organisé en mars 2014 afin de poser les jalons d'une stratégie de mise en œuvre du Programme national de recherche, de science, de technologie et d'innovation. Les chercheurs, innovateurs et entrepreneurs participants ont contribué à identifier les domaines prioritaires au niveau national, en tenant compte de la *Politique industrielle de la Namibie* (2013), de l'actuel plan d'action économique du pays, du *Quatrième plan national de développement* (2012-2017) et de *Vision 2030*. L'objectif du programme est de créer un environnement plus propice à la recherche et à l'innovation dans les domaines essentiels des politiques, du développement des ressources humaines et du cadre institutionnel en la matière.

En 2013, l'UNESCO a aidé la Namibie à élaborer un manuel de mise en œuvre du Fonds national pour la recherche, la science et la technologie. Le fonds a effectué son premier versement en mars 2014, en collaboration avec l'Afrique du Sud (30 projets pour un montant de 3 millions de dollars namibiens, soit environ 253 000 dollars É.-U.). Le premier versement national a été réalisé en mai 2014 (27 projets pour un montant de 4 millions de dollars namibiens). Les financements accordés au titre des deuxième et troisième appels à propositions de recherche au niveau national doivent être versés en mai 2015. À ce jour, ces subventions ont bénéficié à l'Université de Namibie, à l'Université des sciences et technologies de Namibie, au Ministère de la pêche et des ressources marines, au Ministère de l'éducation et à une ONG, la Fondation namibienne pour la recherche sur le désert.

La Namibie participe également au programme GO→SPIN de l'UNESCO afin de mettre en place un système d'information fiable pour le suivi de la mise en œuvre des politiques de STI.

RÉPUBLIQUE DÉMOCRATIQUE DU CONGO



Une nouvelle académie des sciences et technologies

Le conflit armé qui sévit actuellement en République démocratique du Congo reste un obstacle majeur au développement d'un système d'innovation national. Le pays affiche l'indice de développement humain (IDH) et le PIB par habitant les plus faibles et le taux de pauvreté le plus élevé de toute la SADC. Sa dépendance à l'égard des financements des donateurs est importante et a fortement augmenté entre 2007 et 2009. Le pays est également très mal classé (40e) dans l'Indice Ibrahim de la gouvernance africaine (voir tableau 19.1).

La République démocratique du Congo ne dispose pas de politique nationale de STI. Les capacités de recherche scientifique

21. Voir www.gov.na/vision-2030.

22. Voir http://tinyurl.com/unesco-org-policy-namibia.

se concentrent essentiellement dans les universités et les instituts de recherche publics. Le Ministère de la recherche scientifique et technologique finance cinq organismes de recherche qui œuvrent dans les domaines de l'agriculture, de l'énergie nucléaire, de la géologie et de l'exploitation minière, de la biomédecine, de l'environnement et de la conservation, ainsi qu'un institut géographique.

En 2012, l'Académie pour l'avancement de la science et de la technologie pour l'innovation a été créée à Kinshasa à l'initiative de la communauté des chercheurs. Elle a été financée grâce aux contributions de ses membres, à des dons et à des legs et a reçu le soutien du Ministère de la recherche scientifique et technologique. Le dynamisme de la communauté scientifique se manifeste également au niveau du nombre de publications, qui a presque triplé entre 2008 et 2014 (figure 20.6).

Le secteur de l'enseignement supérieur est relativement important en République démocratique du Congo, avec au total 36 universités financées par des fonds publics, dont 32 ont été créées entre 2009 et 2012 (SARUA, 2012). Il semble néanmoins y avoir peu d'interactions entre les universités et l'industrie, et à ce jour, un seul incubateur d'entreprises a été créé dans le pays.

La loi sur l'enseignement universitaire (2011) est venue remplacer l'ancien cadre stratégique sur l'enseignement supérieur qui datait de 1982. Autre document déterminant, *Vision 2020* vise à élaborer un programme universitaire en phase avec les priorités nationales de développement grâce à trois grandes stratégies : encourager l'entrepreneuriat, développer les compétences techniques et professionnelles et fournir le capital humain nécessaire en améliorant la formation des enseignants. Le *Document de stratégie de réduction de la pauvreté* de 2005 avait souligné la nécessité de former les enseignants et de renforcer les compétences professionnelles et techniques, et établi que l'enseignement supérieur jouait un rôle essentiel pour répondre aux besoins nationaux en matière de développement (BAD *et al.*, 2014).

RÉPUBLIQUE-UNIE DE TANZANIE



Une croissance économique systématiquement élevée

La Tanzanie est une démocratie parlementaire multipartite depuis le début des années 1990. Comme bon nombre de pays d'Afrique, face à un endettement croissant et

Encadré 20.5 : Les défis de la bio-industrie tanzanienne

Un rapport commandé par l'UNESCO, intitulé *Les biotechnologies et le bio-entrepreneuriat en Tanzanie* (2011), identifie un certain nombre de défis dans ces domaines.

Il observe par exemple que malgré la mise en place des premiers cursus universitaires de biotechnologie et de microbiologie industrielle à l'Université d'agriculture Sokoine en 2004 et à l'Université de Dar es-Salaam en 2005, la Tanzanie dispose toujours d'un nombre insuffisant de chercheurs qualifiés dans les domaines liés aux biotechnologies, notamment la bio-informatique. Même lorsque les scientifiques ont été envoyés à l'étranger pour y recevoir les formations indispensables, la mauvaise qualité des infrastructures les empêche de mettre leurs nouvelles connaissances en pratique à leur retour.

Les problèmes rencontrés en matière de diagnostic et de vaccination résultent de la dépendance à l'égard de substances biologiques produites à l'étranger. Les réglementations relatives à la biosécurité, qui datent de 2005, interdisent les essais en milieu confiné sur des organismes génétiquement modifiés.

Le pays ne propose pas de mesures incitant les universitaires à collaborer avec le secteur privé. Les chercheurs ne voient pas leur rémunération augmenter lorsqu'ils obtiennent un brevet ou développent un produit et sont évalués uniquement sur la base de leurs états de service et de leurs publications.

Compte tenu du manque de collaboration entre les universités et l'industrie à l'heure actuelle, la recherche universitaire se trouve déconnectée des besoins du marché et des financements privés. Pour initier les étudiants au monde des affaires, l'Université de Dar es-Salaam a créé un Centre des entreprises et mis en place un projet de la Fondation Gatsby en Tanzanie, qui vise à financer les projets de recherche des étudiants présentant un intérêt pour les PME. Ces deux dispositifs ont toutefois une portée géographique limitée, et leur pérennité est incertaine.

Les travaux de recherche menés en Tanzanie sont souvent financés en grande partie par les donateurs dans le cadre d'accords bilatéraux, les fonds octroyés par les donateurs variant entre 52 % et 70 % du montant total. Si la recherche a tiré un parti non négligeable de ces fonds, cela implique en contrepartie que les sujets de recherche sont présélectionnés par les donateurs.

L'exportation et l'incubation d'entreprises ont vu leur situation s'améliorer ces dernières années, grâce à l'adoption d'une politique d'exportation et d'un Programme de renforcement de l'environnement entrepreneurial en Tanzanie, en 2009. Le gouvernement n'a toutefois pas prévu d'avantages fiscaux spécifiques pour encourager l'activité dans le secteur des biotechnologies, essentiellement par manque de ressources. Les entrepreneurs privés ont demandé l'introduction de régimes fiscaux favorisant le développement des nouvelles idées au niveau national et la mise en place de prêts et de structures d'incubation qui leur permettraient de concurrencer les produits étrangers.

Le rapport observe également qu'il faudrait optimiser la communication et la coordination entre les ministères concernés, de façon à allouer les ressources nécessaires à la mise en œuvre des politiques. Ainsi, un manque de coordination entre la COSTECH, le Ministère de la santé et du bien-être social et le Ministère de l'industrie, du commerce et de la commercialisation semble entraver la mise en œuvre et l'exploitation potentielles des exemptions de brevet relatives à l'Accord sur les aspects commerciaux des droits de propriété intellectuelle.

Source : Pahlavan (2011).

à la chute des prix des matières premières, elle a été contrainte d'adopter une série de programmes d'ajustement structurel du FMI entre 1986 et le début des années 2000. Les mauvaises performances économiques du pays au cours de cette période ont entraîné un abandon progressif du néolibéralisme. Les indicateurs économiques sont alors remontés, avec des taux de croissance de 6,0 à 7,8 % par an en moyenne depuis 2001. Les financements des donateurs, bien qu'encore importants, ont considérablement diminué entre 2007 et 2012. L'économie est de moins en moins dépendante de ces financements, ce qui lui permet de se diversifier progressivement.

Jusqu'à présent, cette croissance impressionnante n'a pas beaucoup modifié la structure économique du pays, toujours fondée sur l'agriculture. Ce secteur représentait en effet 34 % du PIB en 2013, contre 7 % pour l'industrie manufacturière. Le PIB par habitant demeure faible comparé au reste de la SADC, mais a tout de même progressé entre 2009 et 2013 (tableau 20.2). La Tanzanie est également membre de la Communauté d'Afrique de l'Est (voir chapitre 19), avec laquelle elle a plus que doublé ses échanges commerciaux entre 2008 et 2012 (BAD *et al.*, 2014).

Le pays présente un faible niveau de développement humain, mais en légère augmentation ces dernières années. Il affiche un taux de chômage bas (à peine 3,5 %) et les inégalités de revenus les plus faibles de la SADC ; en revanche, il enregistre un taux de pauvreté supérieur à tous les autres pays de la SADC dotés d'un système d'innovation national viable.

Des politiques pour mettre la STI au service du développement

Le document *Vision 2025*, adopté en 1998, aspire à « bâtir une économie solide, résiliente et compétitive, avec l'aide de la science et de la technologie ». La première *Politique scientifique et technologique nationale* de la Tanzanie (1996) a été révisée en 2010 et rebaptisée *Politique nationale de recherche et développement*. Elle reconnaît la nécessité d'améliorer le processus de hiérarchisation des priorités s'agissant des capacités de recherche, la coopération internationale dans les domaines stratégiques de R&D et la planification des ressources humaines. Elle prévoit par ailleurs la création d'un Fonds national de recherche. Cette politique a fait l'objet de nouvelles révisions en 2012 et 2013. La Tanzanie a également publié en décembre 2010 une politique sur les biotechnologies. Le pays est membre du Réseau africain d'expertise en biosécurité (voir encadré 18.1).

Le principal organisme chargé de la politique de STI en Tanzanie est le Ministère de la communication, des sciences et des technologies, aidé de sa principale agence de coordination, la Commission pour la science et la technologie (COSTECH). La COSTECH coordonne un certain nombre d'instituts de recherche intervenant dans l'industrie, les services de santé, l'agriculture, les ressources naturelles, l'énergie et l'environnement.

Parmi les pays de la SADC ayant un système d'innovation national viable, la Tanzanie occupe l'avant-dernière place en termes d'indices des connaissances et de l'économie du savoir. Les principaux indicateurs de R&D affichent parfois des résultats contradictoires. En effet, bien que son ratio DIRD/PIB s'élève à 0,38 %, le pays ne comptait que 69 chercheurs (personnes physiques) par million d'habitants en 2010. Un chercheur sur quatre est une femme (voir figure 19.3). La réforme de la STI en Tanzanie est pilotée depuis 2008 par le Bureau de l'UNESCO à Dar es-Salaam dans le cadre du Programme d'aide au développement des Nations Unies pour 2011-2015 (l'ancien Programme unique des Nations Unies). L'UNESCO a commandé pour ce programme une série d'études, dont une sur les biotechnologies et le bio-entrepreneuriat (encadré 20.5) et une autre sur la participation des femmes dans les industries axées sur la science, l'ingénierie et la technologie. Cette dernière étude a inspiré un projet visant à améliorer les habitations des Maasaï (encadré 20.6).

Bien que la Tanzanie compte huit institutions publiques d'enseignement supérieur et une multitude d'institutions privées, moins de la moitié des élèves admissibles à la sortie de l'école secondaire obtient une place à l'université. L'Institut africain Nelson Mandela des sciences et technologies, créé en 2011 à Arusha, devrait augmenter considérablement les capacités d'accueil des étudiants du pays. Cette université, qui se veut très axée sur la recherche, propose des programmes de troisième cycle en sciences, sciences de l'ingénieur, et technologie, avec des spécialités comme les sciences de la vie et la bio-ingénierie, compte tenu de la formidable biodiversité de la région. Cet établissement – et son homologue nigérian établi à Abuja (Nigéria) en 2007 – devraient être progressivement rejoints par d'autres instituts dans toute l'Afrique.

SEYCHELLES



Une première université et un institut national de STI

Après avoir connu un quasi-effondrement de leur économie en 2007-2008, les Seychelles sont désormais en pleine ascension (BAD *et al.*, 2014). Le pays arrive en tête de la SADC en matière de PIB par habitant, de développement humain, de taux de chômage et de niveau de pauvreté. C'est également l'un des mieux classés en termes de gouvernance, de lutte contre la corruption et de sécurité en règle générale. Malheureusement, tous les habitants de ce petit État insulaire ne profitent pas de ces progrès. L'économie repose essentiellement sur le tourisme, l'agriculture et la pêche, mais la croissance économique est presque exclusivement assurée par le secteur du tourisme. Les Seychelles affichent par conséquent les plus fortes inégalités de toute la SADC.

On ne dispose pas de données récentes de R&D pour les Seychelles. En 2005, le pays enregistrait un ratio DIRD/PIB médiocre (0,30 %) et comptait seulement 14 chercheurs, un nombre très faible comparé à une population de 93 000 habitants. Le principal institut de recherche est le Centre de recherche et de technologie marines des Seychelles, créé en 1996.

L'Université des Seychelles, première université du pays, ne date que de 2009 et a accueilli ses 100 premiers étudiants en 2012 (voir tableau 19.4). Elle connaît néanmoins un développement rapide et collabore déjà activement avec d'autres universités de la SADC (SARUA, 2012).

Le Parlement a adopté un projet de loi portant création du premier Institut national pour la science, la technologie et

l'innovation en 2014. En janvier 2015, le gouvernement a transformé le Département du développement de l'entrepreneuriat et de l'innovation des affaires en ministère.

SWAZILAND



Le développement de la STI compromis par des problèmes sociaux

Le Royaume du Swaziland est le deuxième plus petit pays d'Afrique australe après les Seychelles : il compte moins de 1,3 million d'habitants. Bien qu'il soit considéré comme un pays à revenu intermédiaire de la tranche inférieure, le Swaziland partage certaines caractéristiques des pays à faible revenu d'Afrique. En effet, environ 78 % de la population vit de l'agriculture de subsistance et 63 % vit dans une pauvreté exacerbée par de fréquentes pénuries alimentaires. Le chômage est resté élevé ces 10 dernières années, avec un taux d'environ 23 % (figure 20.1). Le pays est également confronté à une forte prévalence du VIH/sida, qui touche 26 % de la population adulte.

La part du financement des donateurs dans la formation de capital est importante, mais a considérablement diminué entre 2007 et 2009. Le pays affiche depuis plus de dix ans une croissance économique très ralentie, avec des taux oscillant entre 1,3 % et 3,5 % au maximum en 2007. En 2011, il est même entré en récession (-0,7 %). Le PIB par habitant se situe toutefois en haut de l'échelle de la SADC (tableau 20.1). En matière de commerce, l'économie est étroitement liée à celle de l'Afrique du Sud voisine, et sa monnaie est indexée sur le rand sud-africain.

Neuf adultes sur 10 savent lire et écrire, l'un des ratios les plus élevés du continent. En 2010, l'Initiative en faveur des orphelins et enfants vulnérables lancée en 2002 et le Programme d'enseignement primaire financé par l'État (2009-2013) avaient contribué à une hausse de 10 % du taux d'inscription à l'école primaire, établi à 86 %.

Le Swaziland compte quatre universités et cinq établissements d'enseignement supérieur de cycle court. Cependant, seule l'Université du Swaziland dispose de centres et d'instituts de recherche, notamment l'Institut de recherche en médecine traditionnelle et en plantes comestibles endémiques et médicinales du Swaziland.

En 2012, les dépenses publiques allouées à l'éducation ont représenté 7,8 % du PIB. Seulement 13 % de ce budget a été affecté à l'enseignement supérieur, ce qui représente tout de même un investissement non négligeable équivalent à 1 % du PIB (voir tableau 19.2). Depuis, bien que l'éducation reste une priorité absolue, les dépenses publiques consacrées à ce domaine ont été affectées par la mauvaise conjoncture économique.

Les inscriptions dans l'enseignement supérieur restent faibles mais sont en progression : on comptait 8 057 étudiants en 2013, contre 5 692 en 2006 (voir tableau 19.4). L'introduction de programmes de doctorat a constitué l'une des évolutions majeures de ces dernières années ; un programme de doctorat en agriculture a notamment vu le jour en 2012 à l'Université du Swaziland. Quelque 234 étudiants étaient inscrits en doctorat en 2013.

Une enquête réalisée par le Bureau de l'UNESCO de Windhoek en 2008 a révélé que les chercheurs exerçaient principalement à l'Université du Swaziland, puis au Département de l'énergie du Ministère des ressources naturelles et de l'énergie et à la Division de recherche agronomique du Ministère de l'agriculture. Certaines industries et entreprises publiques mènent également des travaux de recherche de façon sporadique (SARUA, 2009). Le Swaziland est bien classé dans les indices des connaissances et de l'économie du savoir, bien qu'il ait perdu neuf places entre 2000 et 2012.

La STI est reconnue comme étant une priorité nationale absolue dans la *Politique nationale sur la science, la technologie et l'innovation*, qui a été élaborée en 2011 mais attend encore l'approbation du Parlement. L'UNESCO accompagne ce processus depuis 2008, date à laquelle l'organisation a réalisé un état des lieux de la STI au Swaziland à la demande du Ministère de l'éducation. Ce processus a donné lieu à l'élaboration d'une *Politique nationale sur l'enseignement des sciences, des mathématiques et de la technologie*, mise en œuvre par le Ministère de l'éducation et de la formation. Un parc scientifique et technologique, le Royal Science and Technology Park, est par ailleurs en cours de construction grâce à un financement conjoint du gouvernement du Swaziland et de Taïwan (Chine).

En novembre 2014, la Direction de la science, de la technologie et de l'innovation a été créée au sein du Ministère de l'information, de la communication et de la technologie dans le but de finaliser la *Politique nationale sur la science, la technologie et l'innovation*. Une Commission nationale de la recherche, des sciences et de la technologie va également être mise en place afin de remplacer l'actuel Conseil national de la recherche.

Le Swaziland ne propose aucun instrument de financement de type fonds de capital-risque ou allègements fiscaux pour la R&D, dans la mesure où les donateurs ont généralement privilégié la fourniture d'aide. L'ébauche de la politique de STI reconnaît la nécessité de mettre en place différents instruments financiers et organismes de financement afin de stimuler l'innovation.

ZAMBIE



Des obstacles à la transformation économique

La croissance économique de la Zambie se fonde essentiellement sur l'essor des matières premières (en particulier le cuivre), dopé par la demande chinoise. Cette croissance n'a toutefois pas permis de créer des emplois ni de réduire la pauvreté, car la Zambie n'a pas encore réussi à diversifier son économie, actuellement fondée sur les matières premières, en développant le secteur manufacturier et en accroissant la valeur ajoutée de ses produits. Les exportations de cuivre représentent environ 80 % des revenus en devises, mais seulement 6 % des recettes totales. Bien que l'agriculture emploie environ 85 % de la main-d'œuvre, elle ne contribue au PIB qu'à hauteur de 10 % (voir figure 19.2). La productivité est faible, et l'agriculture ne représente qu'environ 5 % des

exportations, essentiellement en raison de relations peu développées avec le secteur de la production. La mauvaise qualité des infrastructures, l'inadéquation du régime fiscal et réglementaire, l'accès limité à la finance, le faible niveau de compétences et le coût généralement élevé de l'entrepreneuriat entravent sérieusement la transformation économique en Zambie (BAD *et al*., 2014).

Le secteur de l'enseignement supérieur se compose de trois universités publiques : l'Université de Zambie, l'Université du Copperbelt, et depuis 2008, l'Université Mulungushi. Le pays compte également 32 universités privées (cycle long et court) et 48 instituts ou établissements techniques publics. Toutefois, la demande dépasse largement l'offre, puisqu'il n'y a de places que pour un tiers des jeunes admissibles à la sortie du secondaire. La faible rémunération des universitaires par rapport aux autres pays de la SADC a également entraîné un exode du personnel qualifié (SARUA, 2012).

La Zambie affiche un ratio DIRD/PIB modeste (0,28 % en 2008) et ne compte que 49 chercheurs par million d'habitants. Compte tenu des indicateurs concernant le chômage (13 % en 2013), l'éducation et la pauvreté (tableau 20.1), le système d'innovation national de la Zambie est manifestement en difficulté mais reste toutefois viable.

Un fonds pour favoriser la recherche

La *Politique scientifique et technologique nationale* de la Zambie date de 1996, et la loi sur les sciences et les technologies, de 1997. Ces deux initiatives ont donné naissance à trois institutions scientifiques et technologiques majeures : le Conseil national des sciences et des technologies (NSTC), le Centre national des affaires technologiques (créé en 2002) et l'Institut national de la recherche scientifique et industrielle, un organisme de recherche qui a remplacé le Conseil national de la recherche scientifique datant de 1967. Le NSTC accorde des subventions par le biais du Fonds de recherche stratégique, du Fonds d'innovation pour les jeunes et du Fonds commun de recherche. Il gère également le Fonds de développement scientifique et technologique, créé en vertu de la loi sur les sciences et les technologies (1997). Ce fonds encourage les travaux de recherche qui contribuent aux objectifs des *Cinquième* (2006-2010) et *Sixième plans nationaux de développement* et de *Vision 2030* (2006) visant à faire de la Zambie une nation à revenu intermédiaire prospère d'ici 2030, en particulier les projets ciblant l'amélioration du niveau de vie, l'innovation, la valeur ajoutée aux ressources naturelles et l'intégration de technologies locales dans le secteur industriel zambien, sans oublier l'achat, l'entretien et la réparation de matériel. Le Centre national des affaires technologiques (créé en 2002) gère de son côté un Fonds de développement des entreprises.

Encadré 20.6 : Des technologies simples pour améliorer les maisons des Maasaï

Le concept d'innovation est souvent associé à celui de technologie de pointe, et donc perçu par de nombreuses communautés d'Afrique comme étant hors de portée des populations pauvres. Il existe pourtant des solutions peu coûteuses pour améliorer la qualité de vie.

En 2012, le Bureau de l'UNESCO à Dar es-Salaam, en collaboration avec l'association militante Tanzanian Women in Science et l'ONG Tanzanian Women Architects for Humanity, a imaginé diverses améliorations à apporter aux habitations en adobe (argile) des femmes maasaï du village d'Ololoskwan, à la demande d'un groupe de femmes maasaï.

Dans ces communautés, la construction des habitations incombe généralement aux femmes. Les architectes leur ont enseigné différentes techniques visant à améliorer le confort, la sécurité et la durabilité de leurs maisons, ou *bomas*. Les perches existantes ont été remplacées par des perches plus longues et plus solides afin d'élever le plafond et de renforcer la structure. Les architectes ont également muni les toits d'avancées et de surplombs de façon à protéger les *bomas* des fuites d'eau. Des revêtements inclinés ont été mis en place à la base des murs afin de les protéger des éclaboussures causées par la pluie. Des abreuvoirs en ferrociment ont été aménagés sous les surplombs afin de recueillir l'eau de pluie et de l'acheminer dans des bidons installés au pied des maisons.

Pour éviter que les murs enduits de terre ne s'érodent au fil du temps, les femmes maasaï peuvent désormais ajouter du bitume et du kérosène à leur mélange d'argile et de sable. L'adobe est ensuite mélangé à de la bouse de vache de façon à obtenir un ciment dur. Ce procédé permet d'allonger la durée de vie des structures, qui n'ont plus besoin d'être réparées avant cinq ou dix ans, contre deux ans auparavant.

Le four, traditionnellement au centre de la pièce, a été réinstallé dans un coin et ceint d'un mur en briques d'argile de façon à diriger la fumée vers le haut puis l'évacuer par une hotte ou une cheminée.

Les fenêtres ont été élargies pour laisser entrer plus de lumière et améliorer la ventilation. Des panneaux solaires ont été mis en place afin d'assurer l'éclairage. Le kit solaire Sunlite Solar Kit (environ 50 dollars É.-U.) se compose d'un panneau solaire, d'un boîtier de commande muni d'un chargeur et d'une batterie et d'une lampe LED puissante. Ce kit est fourni avec un long câble et un système sur lequel on peut brancher la plupart des téléphones portables, ce qui permet aux propriétaires de recharger leurs téléphones et de se procurer des revenus supplémentaires en proposant ce service à d'autres.

Les deux maisons témoins ont été achevées par les femmes maasaï en août 2012. Les villages voisins ont envoyé des émissaires, et bon nombre d'entre eux ont été tellement impressionnés qu'ils ont demandé aux femmes de leur construire des maisons similaires moyennant rémunération. Les femmes envisagent désormais de monter une petite entreprise de construction.

Ce projet a été financé par le Plan d'aide au développement des Nations Unies pour la période 2011-2015, dans le cadre d'une initiative plus globale visant à renforcer le rôle des femmes pour mettre la STI au service du développement national.

Source : Anthony Maduekwe, UNESCO.

Un engagement fort en faveur de l'agriculture

Une loi sur la biosécurité a été adoptée en 2007 (voir carte de l'encadré 18.1). Dans la région de la SADC, la Zambie n'est devancée que par le Malawi en ce qui concerne les dépenses publiques allouées à l'agriculture : celles-ci représentaient en effet 10 % du PIB en 2010. Toutefois, le principal centre de recherche agricole du pays, l'Institut de recherche agronomique en Zambie, « se trouve dans une situation catastrophique » suite à une réduction de 30 % de ses effectifs, alors qu'il comptait en 2010 une équipe de 120 professionnels, 120 techniciens et 340 auxiliaires. L'institut joue un rôle essentiel dans le fonctionnement des laboratoires de recherche spécialisée et gère la banque de semences du pays. Cette structure n'ayant reçu que très peu de fonds de la part des donateurs, l'État a dû supporter 90 à 95 % des financements. Le Fonds de recherche agronomique de la Golden Valley[23], structure privée à but non lucratif, tente de compenser les réductions d'effectifs de son institution sœur, mais dépend lui aussi des financements de l'État et des donateurs internationaux, puisqu'il ne tire que 40 % de ses revenus de l'agriculture commerciale et de travaux de recherche contractuels (UNESCO, 2014b).

ZIMBABWE



Un pays qui sort d'une longue période de crise

Entre 1998 et 2008, l'économie zimbabwéenne a connu un recul de 50,3 % au total, ce qui a entraîné l'effondrement du PIB par habitant, tombé à moins de 400 dollars des États-Unis. En juillet 2008, l'inflation a atteint le niveau record de 231 000 000 %. 90 % de la population était alors au chômage et 80 % vivait dans la pauvreté. Les infrastructures s'étaient dégradées, l'économie s'était déstructurée et le pays était confronté à de graves pénuries alimentaires et à une forte baisse des réserves de change. La crise économique s'est accompagnée d'une série de crises politiques, notamment la contestation des élections de 2008 qui a entraîné la constitution d'un gouvernement d'unité nationale en février 2009 (UNESCO, 2014b).

Cette crise économique a coïncidé avec la mise en œuvre du Programme de réforme agraire accélérée à partir de 2000, qui a exacerbé le déclin de la production agricole en réduisant les surfaces de cultures commerciales traditionnellement importantes comme le blé et le maïs. Parallèlement, les IDE ont chuté suite à l'application de sanctions occidentales et à la suspension de l'aide technique du FMI en raison du non-paiement des arriérés. L'hyperinflation n'a pu être maîtrisée qu'en 2009, après l'adoption d'un système de paiement multidevises et d'un programme de redressement économique. Une fois stabilisée, l'économie a enregistré une croissance de 6 % en 2009 et les IDE ont légèrement augmenté : en 2012, ils s'élevaient à 392 millions de dollars des États-Unis (UNESCO, 2014b).

Le Zimbabwe continue d'afficher des performances médiocres en matière de gouvernance. En 2014, il était classé 156e (sur 175) dans l'Indice de perception de la corruption et 46e (sur 52) dans l'Indice Ibrahim de la gouvernance en Afrique (voir tableau 19.1). L'économie reste fragile, accablée par le poids de sa dette extérieure, la dégradation des infrastructures et l'instabilité de l'environnement politique (BAD *et al.*, 2014). Le manque de coordination et de cohérence entre les différentes structures de gouvernance a perturbé la mise en œuvre des politiques existantes et conduit à la multiplication des priorités de recherche (UNESCO, 2014b).

23. Le Fonds de recherche agronomique est également présent au Zimbabwe depuis 1981.

Un environnement politique incertain

La *Deuxième politique scientifique et technologique* a été lancée en juin 2012 ; elle avait été élaborée avec l'aide de l'UNESCO. Elle remplace la politique précédente (qui datait de 2002) et définit six grands objectifs :

- Intensifier le renforcement des capacités en matière de STI ;
- S'initier aux technologies émergentes et les utiliser afin d'accélérer le développement ;
- Accélérer la commercialisation des résultats de recherche ;
- Chercher des solutions scientifiques aux grands défis environnementaux actuels ;
- Mobiliser des ressources et vulgariser les sciences et la technologie ;
- Encourager la collaboration internationale en matière de STI.

La *Deuxième politique scientifique et technologique* met en avant des politiques sectorielles portant sur les biotechnologies, les TIC, les sciences de l'espace, les nanotechnologies, les systèmes de savoirs locaux, les technologies encore inexplorées et les solutions scientifiques aux nouveaux défis environnementaux. Elle prévoit en outre la mise en place d'un programme national en matière de nanotechnologies. Le pays compte également une *Politique nationale des biotechnologies* datant de 2005. Malgré le mauvais état des infrastructures et un manque de ressources à la fois humaines et financières, la recherche sur les biotechnologies est mieux implantée au Zimbabwe que dans la plupart des pays d'Afrique subsaharienne, même si elle s'appuie souvent essentiellement sur des techniques traditionnelles.

La *Deuxième politique scientifique et technologique* affirme l'engagement du gouvernement à affecter au moins 1 % du PIB aux DIRD, à axer au moins 60 % de l'enseignement universitaire sur le renforcement des compétences scientifiques et technologiques et à veiller à ce que les élèves consacrent au moins 30 % du temps scolaire à l'étude des disciplines scientifiques (UNESCO, 2014b).

Suite aux élections de 2013, le nouveau gouvernement a remplacé le *Plan à moyen terme 2011-2015* élaboré par son prédécesseur par un nouveau plan de développement intitulé *Programme du Zimbabwe pour une transformation socio-économique durable* (ZimAsset, 2013-2018). L'un des objectifs de ce programme est de rénover et de moderniser les infrastructures nationales, notamment le réseau national d'électricité, les réseaux routier et ferré, le stockage de l'eau et l'assainissement, les bâtiments et les infrastructures relatives aux TIC (UNESCO, 2014b).

En 2013, le Ministère du développement scientifique et technologique créé en 2005 a été dissous, et son portefeuille confié au Département de la science et de la technologie,

nouvellement créé au sein du Ministère de l'enseignement supérieur et du développement de la science et de la technologie.

La même année, le gouvernement a approuvé quatre priorités nationales de recherche proposées par le Conseil de la recherche du Zimbabwe :

- Les sciences humaines et sociales ;
- La gestion durable de l'environnement et des ressources ;
- La promotion et la protection de la santé ;
- La sécurité nationale du Zimbabwe.

Un inquiétant exode des compétences

Le Zimbabwe s'inscrit dans une tradition de recherche vieille d'un siècle. Toutefois, la crise économique a précipité l'exode des étudiants et des professionnels dans des domaines d'expertise essentiels (la médecine, les sciences de l'ingénieur, etc.), un phénomène de plus en plus préoccupant. Plus de 22 % des étudiants zimbabwéens obtiennent leurs diplômes à l'étranger. En 2012, on ne comptait que 200 chercheurs (personnes physiques)[24] employés dans le secteur public, dont un quart de femmes. Le gouvernement a créé le site Internet Zimbabwe Human Capital afin d'informer la diaspora des perspectives d'emploi et des possibilités d'investissement au Zimbabwe. Notons que le ZimAsset ne fixe aucun objectif visant spécifiquement à augmenter le nombre de scientifiques et d'ingénieurs (UNESCO, 2014b).

Malgré l'instabilité de ces dernières années, le secteur de l'éducation du Zimbabwe se porte bien. En 2012, 91 % des jeunes âgés de 15 à 24 ans savaient lire et écrire, 53 % de la population âgée de 25 ans et plus avait achevé des études secondaires et 3 % des adultes étaient diplômés de l'enseignement supérieur. Le gouvernement prévoit de créer deux nouvelles universités consacrées aux sciences et technologies agricoles, les universités d'État de Marondera et de Monicaland (UNESCO, 2014b).

Fondée en 1952, l'Université du Zimbabwe est particulièrement active dans le domaine de la recherche et a produit plus de 44 % des publications scientifiques du pays en 2013. Si la productivité est relativement faible, le nombre de publications a augmenté depuis 2005 (figure 20.6). On a observé ces 10 dernières années une augmentation spectaculaire du nombre de publications rédigées avec des coauteurs étrangers : celles-ci représentent désormais 75 à 80 % de l'ensemble des publications zimbabwéennes répertoriées sur la plate-forme Web of Science (UNESCO, 2014b).

Des relations peu développées avec l'industrie

Les relations public-privé restent peu développées. À l'exception de l'industrie du tabac, forte d'une longue expérience, et d'autres secteurs tournés vers l'agriculture, la collaboration entre l'industrie et les universités au Zimbabwe est toujours restée limitée. Le cadre réglementaire actuel gêne le transfert de technologies vers le secteur commercial et le développement de la R&D industrielle, bien que la commercialisation des résultats de recherche soit l'un des principaux objectifs de la *Deuxième politique en matière de science, de technologie et d'innovation* (UNESCO, 2014b).

Le gouvernement étudie actuellement une nouvelle législation qui encouragerait la taille et le polissage des diamants au niveau local, ce qui pourrait créer 1 700 nouveaux emplois selon les estimations. Il a déjà considérablement réduit le coût des licences pour les entreprises locales de taille et de polissage. L'exploitation minière représente 15 % du PIB et génère environ 1,7 milliard de dollars des États-Unis d'exportations chaque année ; pourtant, l'État ne perçoit que 200 millions de dollars des États-Unis de redevances. Actuellement, les stocks de diamants sont entièrement exportés sous forme brute. La nouvelle législation obligera les sociétés à payer une taxe sur la valeur ajoutée de 15 %, mais accordera une remise de 50 % à celles qui décideront de vendre leurs diamants à la Minerals Marketing Corporation of Zimbabwe (UNESCO, 2014b).

CONCLUSION

De l'intégration économique à un système d'innovation régional ?

À ce jour, le commerce intrafricain reste désespérément peu développé : il représente approximativement 12 % du total des échanges de l'Afrique[25], malgré la constitution de nombreuses communautés économiques régionales. Les grandes organisations panafricaines telles que l'UA et le Nouveau partenariat pour le développement de l'Afrique (NEPAD), de même que les organismes régionaux comme la SADC, ont tous une idée très précise de la raison d'être de l'intégration et des critères pour y parvenir. L'élaboration de programmes régionaux de STI figure parmi les grandes priorités. Cependant, plusieurs facteurs ralentissent l'intégration économique, notamment la similitude des structures économiques (toutes fondées sur les ressources minérales et l'agriculture), le manque de diversification économique et le faible niveau de commerce intrarégional. Néanmoins, l'obstacle le plus redoutable à l'intégration régionale est probablement la résistance des différents gouvernements dès lors qu'il s'agit de renoncer à une quelconque part de leur souveraineté nationale.

Certains affirment que la poursuite de l'intégration régionale est le seul moyen envisageable d'assurer un développement socio-économique durable encore hors de portée pour la plupart des pays d'Afrique.

Ce contre-argument fait miroiter la promesse d'un immense marché intérieur qui permettrait d'obtenir des économies d'échelle et d'envergure. Autre argument convaincant : l'urgence croissante pour l'Afrique de coopérer de manière unifiée avec le reste du monde, de plus en plus caractérisé par la présence de blocs économiques et l'émergence de grandes puissances économiques.

La régionalisation du système d'innovation et son caractère unique constitueraient un important facteur d'intégration économique. Cette transition nécessiterait la création de zones de libre-échange afin d'assurer une totale mobilité des biens et services, des capitaux et des personnes dans le futur marché

24. Ou 95 en équivalent temps plein.

25. Contre environ 55 % en Asie et 70 % en Europe.

commun. Elle exigerait également le rapprochement de certaines institutions officielles, notamment des législations sur le marché du travail, des réglementations environnementales et des politiques relatives à la concurrence. L'ouverture des frontières à la libre circulation des personnes et des services permettrait également de voir émerger des bassins transfrontaliers informels de connaissances tacites et de capital social. Le but ultime serait de voir apparaître un système d'innovation régional fondé sur le développement d'un système économique de plus en plus diversifié.

Le *Plan d'action pour l'Afrique de l'UA et du NEPAD 2010-2015* a identifié un certain nombre d'obstacles à l'évolution des systèmes d'innovation nationaux dans la région ; ces obstacles concordent avec ceux déjà signalés en 2003 dans le *Plan régional indicatif de développement stratégique de la SADC*, à savoir :

- Les économies de la SADC sont dominées par l'agriculture et l'exploitation minière ; leur secteur de production est peu développé ;
- Dans la plupart des pays de la SADC, le ratio DIRD/PIB est nettement inférieur au seuil de 1 % fixé par l'Union africaine pour le continent africain en 2003 ;
- Les gouvernements proposent peu de mesures incitant le secteur privé à investir dans la R&D ;
- On déplore une importante pénurie de compétences scientifiques et technologiques à tous les niveaux (artisans, techniciens, ingénieurs et scientifiques) ; ce phénomène est exacerbé par la fuite des cerveaux qui sévit actuellement ;
- L'enseignement des sciences et de la technologie à l'école est médiocre, principalement à cause d'un manque de programmes adaptés et d'enseignants qualifiés ; en outre, les filles et les femmes en sont souvent exclues ;
- Les droits de propriété intellectuelle sont en général mal protégés par la législation ;
- La coopération scientifique et technologique est limitée dans la région.

PRINCIPAUX OBJECTIFS DE L'AFRIQUE AUSTRALE

- Porter les DIRD des pays de la SADC à au moins 1 % du PIB d'ici 2015 ;
- Veiller à ce que, dans les pays de la SADC, 50 % des postes à responsabilité dans le secteur public soient occupés par des femmes d'ici 2015 ;
- Intensifier les échanges commerciaux intra-SADC pour qu'ils représentent au moins 35 % de l'ensemble des échanges de la SADC, contre 10 % en 2008 ;
- Augmenter la part du secteur manufacturier dans les pays de la SADC pour atteindre 25 % du PIB d'ici 2015 ;
- Raccorder 100 % de la population au réseau électrique régional dans l'ensemble des États membres de la SADC d'ici 2012 ;
- Porter la part des dépenses publiques consacrées à l'agriculture à 10 % du PIB dans tous les pays de la SADC ;
- Faire passer le ratio DIRD/PIB du Botswana de 0,26 % en 2012 à plus de 2 % d'ici 2016 ;
- Porter les dépenses publiques de R&D de Maurice à 1 % du PIB d'ici 2025, et augmenter de 0,5 % la part du secteur privé dans le PIB ;
- Axer au moins 60 % de l'enseignement universitaire du Zimbabwe sur le renforcement des compétences scientifiques et technologiques ;
- Délivrer 100 000 doctorats en Afrique du Sud d'ici 2030 ;
- Délivrer d'ici 2024 100 doctorats aux étudiants du nouveau Centre d'excellence de l'Angola pour les sciences appliquées au développement durable.

RÉFÉRENCES

BAD (2013) *Perspectives économiques en Afrique 2013. Édition thématique spéciale : transformation structurelle et ressources naturelles en Afrique*. Banque africaine de développement.

BAD (2011) *République du Mozambique : document de stratégie pays 2011-2015*. Banque africaine de développement.

BAD, OCDE et PNUD (2014) *Perspectives économiques en Afrique*. Notes pays. Banque africaine de développement, Organisation de coopération et de développement économiques et Programme des Nations Unies pour le développement.

Cassiolato, J. E. et Lastres, H. (2008) *Discussing innovation and development: Converging points between the Latin American school and the Innovation Systems perspective?*, Working Paper Series (08-02). Réseau mondial sur l'économie des systèmes d'apprentissage, d'innovation et de renforcement des compétences (Globelics).

FMI (2014) *Perspectives de l'économie mondiale*, Enquêtes économiques et financières mondiales. Fonds monétaire international.

Gouvernement du Lesotho et PNUD (2014) *Kingdom of Lesotho: Millennium Development Goals Status Report – 2013*.

IERI (2014) *Revisiting some of the Theoretical and Policy Aspects of Innovation and Development*. Document de travail 2014-1. Institut de recherche économique sur l'innovation : Pretoria.

IFC (2013) *Madagascar Country Profile 2013*. Société financière internationale. Banque mondiale : Washington, D.C.

ISU (2012) *New Patterns in Mobility in the Southern African Development Community.* Bulletin d'information n° 7. Institut de statistique de l'UNESCO : Montréal.

Lan, G., Blom, A., Kamalski, J., Lau, G., Baas, J. et Adil, M. (2014) *A Decade of Development in Sub-Saharan African Science, Technology, Engineering and Mathematics Research*. Banque mondiale : Washington, D.C.

Morna, C. L., Dube, S., Makamure, L. et Robinson, K. V. (2014) *SADC Gender Protocol Baseline Barometer*. Allied Print : Johannesburg.

OCDE (2007) *OECD Reviews of Innovation Policy: South Africa*. Organisation de coopération et de développement économiques.

Pahlavan, G. (2011) *Biotechnology and Bioentrepreneurship in Tanzania*. UNESCO et Institut de santé Ifakara : Dar es-Salaam. Voir http://tinyurl.com/9kgg2br.

Ravetz, J. (2013) *Mauritius National Research Foresight Exercise: Prospectus and Summary Report*. Institut de recherche de Manchester sur l'innovation et Centre pour l'écologie urbaine et régionale, Université de Manchester (Royaume-Uni).

République d'Afrique du Sud (2012) *Report of the Ministerial Review Committee on the National System of Innovation*. Ministère sud-africain des sciences et technologies : Pretoria.

République du Botswana (2011) *National Policy on Research, Science, Technology and Innovation, 2011*. Ministère des infrastructures, des sciences et des technologies : Gaborone.

République du Mozambique (2001) *Action Plan for the Reduction of Absolute Poverty: 2001-2005*.

SARUA (2012) *A Profile of Higher Education in Southern Africa – Volume 2: National Perspectives.* Association régionale des universités de l'Afrique australe : Johannesburg.

SARUA (2009) *Towards a Common Future: Higher Education in the SADC Region: Regional Country Profiles – Swaziland.* Association régionale des universités de l'Afrique australe.

UNESCO (2014a) *Mapping Research and Innovation in the Republic of Malawi*. Lemarchand, G.A. et Schneegans, S. (dir.). GO→SPIN Country Profiles in Science, Technology and Innovation Policy, vol. 3. UNESCO : Paris.

UNESCO (2014b) *Mapping Research and Innovation in the Republic of Zimbabwe*. Lemarchand, G.A. et Schneegans, S. (dir.). GO→SPIN Country Profiles in Science, Technology and Innovation Policy, vol. 2. UNESCO : Paris.

UNESCO (2013) *Mapping Research and Innovation in the Republic of Botswana*. Lemarchand, G.A. et Schneegans, S. (dir.). GO→SPIN Country Profiles in Science, Technology and Innovation Policy, vol. 1. UNESCO : Paris.

Erika Kraemer-Mbula, née en 1977 en Guinée équatoriale, travaille comme chercheuse au sein de l'Institut de recherche économique sur l'innovation de l'Université de technologie Tshwane en Afrique du Sud, qui héberge le Centre d'excellence en scientométrie et politiques de STI. Ce dernier est cogéré par le Ministère sud-africain des sciences et technologies et la Fondation nationale pour la recherche. Elle est titulaire d'un doctorat en sciences du développement délivré par l'Université d'Oxford. Ses travaux de recherche, qui se distinguent par leur approche transdisciplinaire, portent sur l'étude des différentes voies que peuvent emprunter les pays africains pour se développer.

Mario Scerri, né en 1953 en République de Malte, est directeur de recherche au sein de l'Institut de recherche économique sur l'innovation et professeur d'économie à l'Université de technologie Tshwane en Afrique du Sud. Il est également membre du Centre d'excellence en scientométrie et politiques de STI, cogéré par le Ministère sud-africain des sciences et technologies et la Fondation nationale pour la recherche. Il est l'auteur d'un ouvrage intitulé *The Evolution of the South African System of Innovation since 1916*, publié aux éditions Cambridge Scholars Publishing.

REMERCIEMENTS

Ce chapitre a pu voir le jour grâce aux précieuses contributions d'experts et de praticiens issus du Secrétariat et de différents États membres de la SADC. Nous remercions tout particulièrement Anneline Morgan, conseillère technique spéciale sur la STI au Secrétariat de la SADC, pour ses suggestions constructives et les documents de référence qu'elle nous a fournis.

Sans ressources adéquates, il est peu probable que les politiques [en matière de recherche et d'éducation] entraîneront de réels changements.

Dilupa Nakandala et **Ammar Malik**



Interrogée par Nojrul Islam à propos de l'utilisation d'engrais sur ses cultures, Mahfuza lui montre une vidéo explicative sur son ordinateur portable. Dans les régions rurales du Bangladesh, les intervenantes du projet Info Ladies permettent à des hommes et des femmes sans accès à Internet de profiter des services d'information en ligne dont ils ont besoin.

Photo © GMB Akash/Panos Pictures

21. Asie du Sud

Afghanistan, Bangladesh, Bhoutan, Népal, Pakistan, République des Maldives, Sri Lanka

Dilupa Nakandala et Ammar Malik

INTRODUCTION

Une croissance économique saine

Vus de l'extérieur, les sept pays d'Asie du Sud objet de ce chapitre semblent posséder des caractéristiques et une dynamique similaires, alors qu'en réalité ils présentent de multiples différences. L'Afghanistan, le Bangladesh et le Népal relèvent de la catégorie des pays à faible revenu, le Bhoutan, le Pakistan et Sri Lanka de celle des pays à revenu intermédiaire (tranche inférieure) et la République des Maldives de celle des pays à revenu intermédiaire (tranche supérieure).

Seul Sri Lanka a obtenu un score élevé au classement de l'Indice du développement humain 2013 du PNUD. Celui du Bangladesh, du Bhoutan et des Maldives se situait dans la moyenne et celui des trois autres pays de la région demeurait faible. Entre 2008 et 2013, le développement humain a progressé au Bangladesh, aux Maldives, au Népal et à Sri Lanka, mais légèrement reculé au Pakistan, principalement en raison de l'insécurité qui règne dans certaines régions de ce pays.

Trois habitants d'Asie du Sud sur quatre sont Indiens. À elle seule, l'Inde réalise 80 % du PIB de la région (2 368 000 millions de dollars É.-U.). Un chapitre spécifique (chapitre 22) lui étant consacré, le présent exposé ne traite que des sept autres membres de l'Association sud-asiatique de coopération régionale (ASACR). Le PIB de la région (hors Inde) a connu une saine progression en 2013 (6,5 %). Celle-ci a été la plus rapide au Sri Lanka (7,25 %) et la plus lente aux Maldives et au Népal (3,71 % et 3,78 % respectivement). En revanche, l'augmentation du PIB par habitant a été la plus dynamique en République des Maldives, suivie de Sri Lanka (figure 21.1).

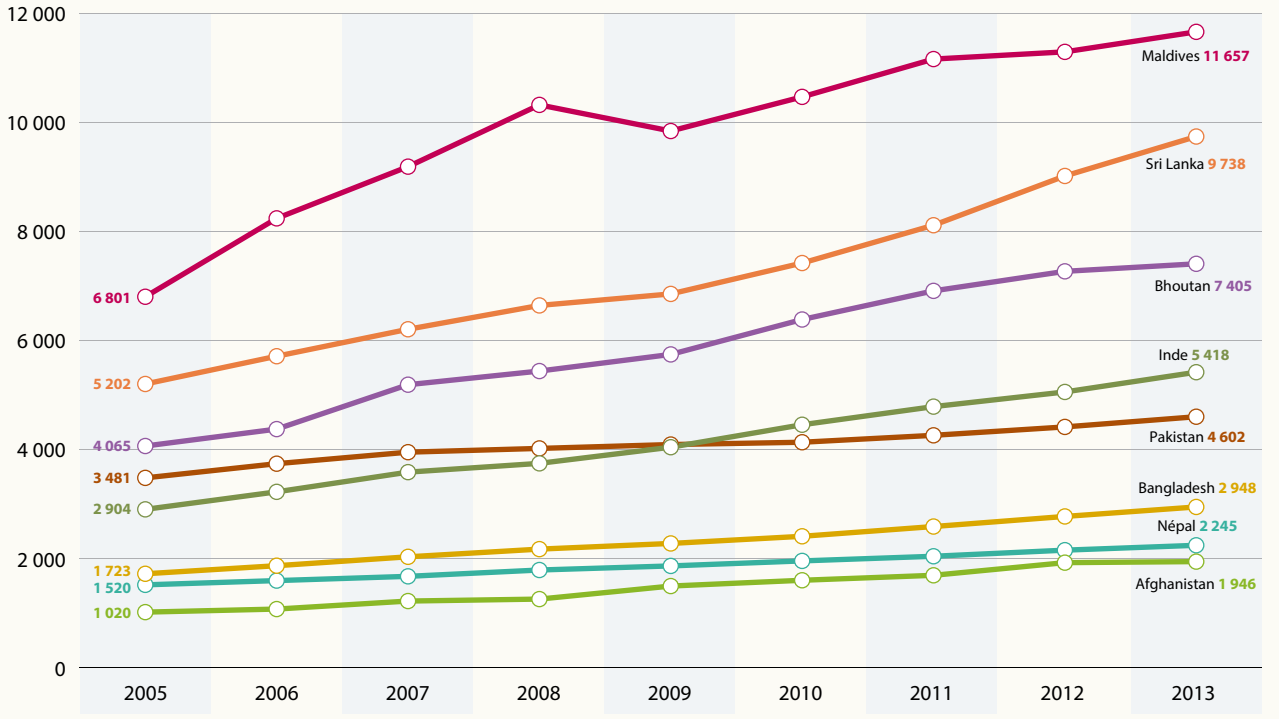
Progression des échanges commerciaux en dépit d'IDE insuffisants

La hausse du volume des exportations et des importations observée ces dernières années confirme l'intégration croissante de l'Asie du Sud dans l'économie mondiale. Le Bangladesh est même parvenu à distancer ses voisins : la part de ses exportations dans le PIB est passée de 16 à 19,5 % entre 2010 et 2013. Il a également réussi à maintenir un niveau stable d'exportations et d'investissements directs étrangers (IDE) au plus fort de la crise financière mondiale de 2008-2009. Selon Amjad et Din (2010), la diversification insuffisante des exportations et la faible consommation intérieure ont amplifié le choc de la crise mondiale. De l'avis de ces auteurs, le maintien de la stabilité macro-économique du Bangladesh pendant cette période face aux flambées mondiales du prix des denrées alimentaires et du carburant tient à une bonne gestion économique.

L'Afghanistan et le Pakistan, notamment, ont été moins bien lotis. En revanche, la République des Maldives, qui a traversé

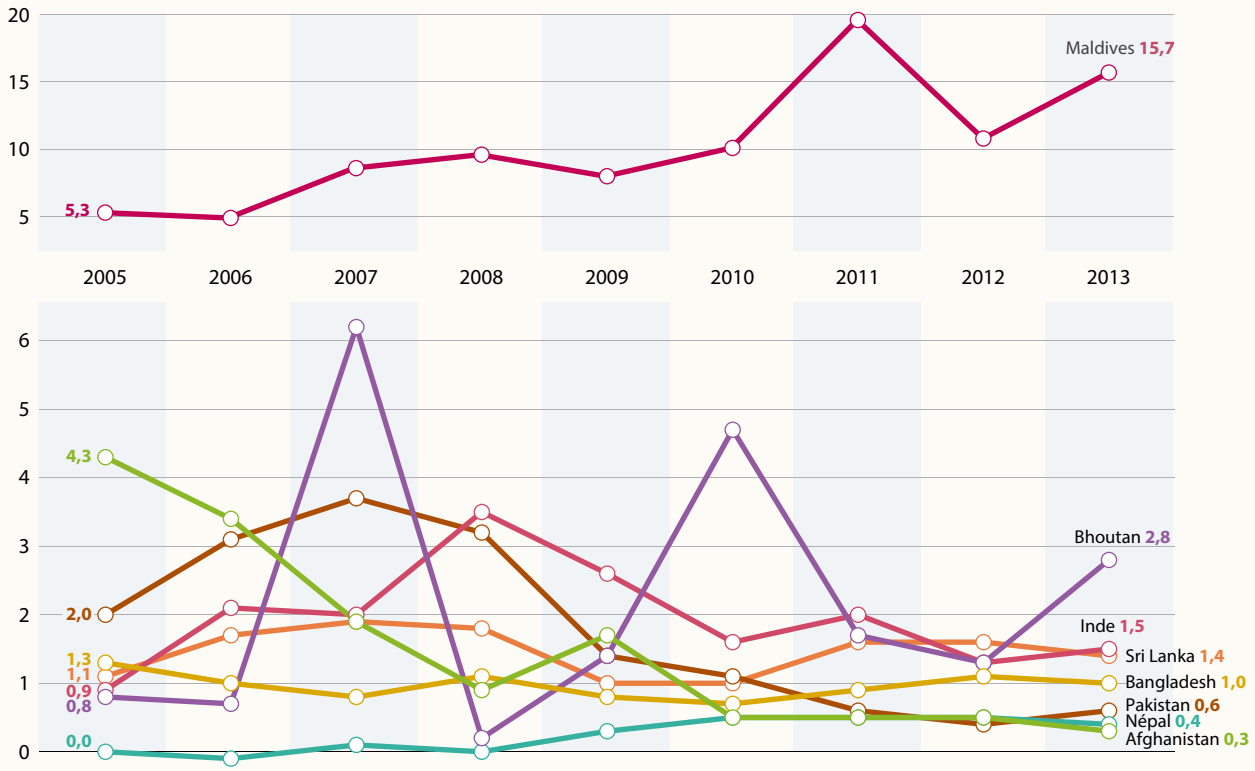
Figure 21.1 : **PIB par habitant en Asie du Sud, 2005-2013**

En dollars PPA courants



Source : Banque mondiale, Indicateurs du développement dans le monde, avril 2015.

Figure 21.2 : **Flux d'IDE entrants en Asie du Sud, en part du PIB, 2005-2013 (%)**



Source : Banque mondiale, Indicateurs du développement dans le monde, consulté en avril 2015.

la crise financière mondiale sans encombre, attire de plus en plus les investisseurs étrangers (figure 21.2). C'est l'exception qui confirme la règle. Le plafonnement des entrées de capitaux à 5 % du PIB ces 10 dernières années dans tous les pays à l'exception du Bhoutan et des Maldives témoigne du faible attrait de l'Asie du Sud à l'international. Le montant total des investissements en installations nouvelles (voir le glossaire, p. 742) dans la région a chuté, passant de 87 millions de dollars des États-Unis en 2008 à 24 millions en 2013. En 2013, l'Inde a bénéficié de 72 % des IDE en installations nouvelles en Asie du Sud.

L'instabilité politique entrave depuis longtemps le développement de cette région. En dépit de la fin de trente années de guerre civile à Sri Lanka en 2009 et de l'arrêt des hostilités au Népal en 2006, la remise sur pied et la reconstruction de ces deux nations sont loin d'être terminées. À Sri Lanka, la transition politique s'est effectuée sans heurts en janvier 2015 avec l'élection à la présidence de Maithripala Sirisena à l'issue d'un scrutin voulu avec deux ans d'avance par le président alors en exercice Mahinda Rajapaksa. Deux mois plus tard, l'ancien président de la République des Maldives, Mohamed Nasheed, était condamné à treize ans de prison à l'issue d'un procès que le Haut-Commissaire des Nations Unies aux droits de l'homme a qualifié de « procédure précipitée ». En Afghanistan, la société civile a connu un développement considérable depuis 2001, mais la longueur des négociations visant à former un gouvernement après l'élection présidentielle d'avril 2014 illustre la fragilité de la transition démocratique en cours. Ce processus a besoin d'être consolidé avant le retrait des forces de l'Organisation du traité de l'Atlantique nord (OTAN) en 2016.

Le commerce intrarégional peine toujours à décoller

L'Asie du Sud demeure l'une des régions les moins intégrées sur le plan économique : le commerce intrarégional n'y représente en effet que 5 % du total des échanges (Banque mondiale, 2014). L'accord sur la Zone de libre-échange de l'Asie du Sud (SAFTA), entré en vigueur il y a neuf ans, le 1er janvier 2006, engage ses huit[1] signataires (dont l'Inde) à supprimer les droits de douane sur tous les produits d'échange d'ici 2016.

Neuf ans plus tard, le commerce et l'investissement régionaux demeurent limités, bien que les pays concernés adhèrent à la libéralisation du commerce international. Cette situation résulte d'une multitude d'obstacles logistiques et institutionnels tels que les restrictions relatives à la délivrance de visas et l'absence de chambres de commerce régionales. Bien que diverses études aient démontré les gains nets en termes de bien-être social liés au développement des échanges, des obstacles non tarifaires comme la lourdeur des processus de dédouanement empêchent les entreprises d'exploiter leurs synergies potentielles (Gopalan *et al.*, 2013).

Depuis sa création en 1985, les efforts de l'ASACR en faveur de l'intégration régionale du commerce et d'autres domaines tels que la science, la technologie et l'innovation (STI) n'ont pas remporté le même succès que ceux de l'Association des nations

1. L'Afghanistan a ratifié l'accord en mai 2011.

de l'Asie du Sud-Est, sa voisine. Ses seuls résultats tangibles se limitent à une série d'accords et à des sommets périodiques des chefs de gouvernement (Saez, 2012). Les craintes habituelles pour la sécurité liées aux tensions persistantes entre l'Inde et le Pakistan, renforcées ces dernières années par la menace terroriste, constituent la principale explication de cette situation. Lors du sommet de l'ASACR de novembre 2014, le Premier Ministre indien Narendra Modi a néanmoins invité les membres de l'Association à ouvrir davantage leur pays aux investissements des entreprises indiennes et les a assurés qu'ils bénéficieraient en échange d'un accès renforcé au vaste marché indien de la grande consommation. Après le tragique séisme qui a frappé le Népal le 25 avril 2015 faisant 8 000 victimes et détruisant complètement ou partiellement plus de 450 000 bâtiments, les membres de l'ASACR ont immédiatement marqué leur solidarité en fournissant une aide d'urgence.

Depuis dix ans, l'Inde accueille deux institutions régionales, l'Université d'Asie du Sud (encadré 21.1) et le Centre régional de formation et de recherche en biotechnologie (voir p. 612). Ces réussites illustrent la capacité potentielle de la STI à favoriser l'intégration régionale. Il existe également plusieurs cas de coopération bilatérale dans ce domaine. Par exemple, un Comité indo-sri-lankais sur la science et la technologie a été créé en 2011, parallèlement à un programme de recherche conjoint Inde-Sri Lanka. Lancé en 2012, le premier appel à propositions couvrait des axes de recherche dans plusieurs domaines : science et technologie alimentaires, applications de la technologie nucléaire, océanographie et sciences de la Terre, biotechnologie et produits pharmaceutiques, science des matériaux, recherche médicale (médecines traditionnelles comprises), infrastructure de données spatiales et science de l'espace. Deux ateliers bilatéraux organisés en 2013 ont débattu d'une éventuelle collaboration dans la recherche sur les modes d'administration transdermique de médicaments ainsi que sur les aspects cliniques, diagnostiques, chimiothérapeutiques et entomologiques de la leishmaniose, une maladie répandue en Inde et à Sri Lanka transmise à l'homme par la piqûre de phlébotomes infectés.

TENDANCES EN MATIÈRE D'ÉDUCATION

Financement insuffisant des réformes de l'enseignement supérieur

Depuis dix ans, les pays d'Asie du Sud s'efforcent activement de réaliser les objectifs du Millénaire pour le développement

Encadré 21.1 : Université d'Asie du Sud : mutualisation de l'investissement et des bénéfices

L'Université d'Asie du Sud a ouvert ses portes aux étudiants en août 2010 avec l'ambition de devenir un centre d'excellence doté d'installations et d'un personnel de haut niveau. Elle propose actuellement sept programmes de doctorat et de master en mathématiques appliquées, biotechnologie, informatique, économie du développement, relations internationales, droit et sociologie.

Les étudiants viennent principalement des huit pays membres de l'ASACR et bénéficient de bourses d'études substantielles. L'admission d'étudiants d'autres pays est possible mais assujettie au recouvrement intégral des coûts. L'admission est régie par un système de quotas : chaque pays membre a droit à un nombre de places spécifique dans les différents programmes d'études. Une fois par an, l'université organise un examen d'entrée dans toutes les grandes villes des pays d'Asie du Sud. Les futurs doctorants doivent également présenter une proposition de thèse et passer un entretien.

En 2013, l'université a reçu 4 133 demandes d'inscription des huit pays sud-asiatiques, soit deux fois plus qu'en 2012. À lui seul, le programme de doctorat en biotechnologie, qui ne proposait que 10 places, a fait l'objet de 500 demandes.

L'université est provisoirement installée sur le campus d'Akbar Bhawan à Chanakyapuri (New Delhi). Elle prendra ses quartiers sur son propre campus de 40 hectares situé à Maidan Garhi, dans le district Sud de Delhi, d'ici 2017. La conception du campus a été confiée à un cabinet d'architectes népalais choisi par appel d'offres.

L'investissement requis pour les travaux est pris en charge par le gouvernement indien, mais les coûts d'exploitation sont répartis entre les huit pays membres de l'ASACR, dans des proportions convenues entre eux.

L'université est spécialisée dans la recherche et les programmes de troisième cycle. Une fois finie, elle comptera 12 facultés de troisième cycle et une faculté de premier cycle. Elle est prévue pour accueillir 7 000 étudiants et 700 professeurs. L'implantation sur le campus d'un Institut d'études sud-asiatiques est également envisagée.

Les diplômes et les certificats décernés par l'université sont reconnus par la Commission indienne des subventions aux universités et par d'autres pays de l'ASACR.

Des salaires et des prestations sociales attractifs ont été prévus afin d'attirer des professeurs d'élite. Bien que le corps enseignant soit plutôt originaire des huit pays de l'ASACR, jusqu'à 20 % peuvent venir de l'étranger.

L'idée d'une Université d'Asie du Sud a été lancée par le Premier Ministre indien lors du 13e sommet de l'ASACR organisé à Dhaka en 2005. Le Professeur Gowher Rizvi, historien bangladais réputé, a été chargé de préparer le document de réflexion, en consultation avec les pays membres de l'Association. Un Accord interministériel sur la création de l'Université d'Asie du Sud a été conclu le 4 avril 2007 lors du sommet suivant de l'ASACR qui s'est tenu à New Delhi.

Source : www.sau.ac.in.

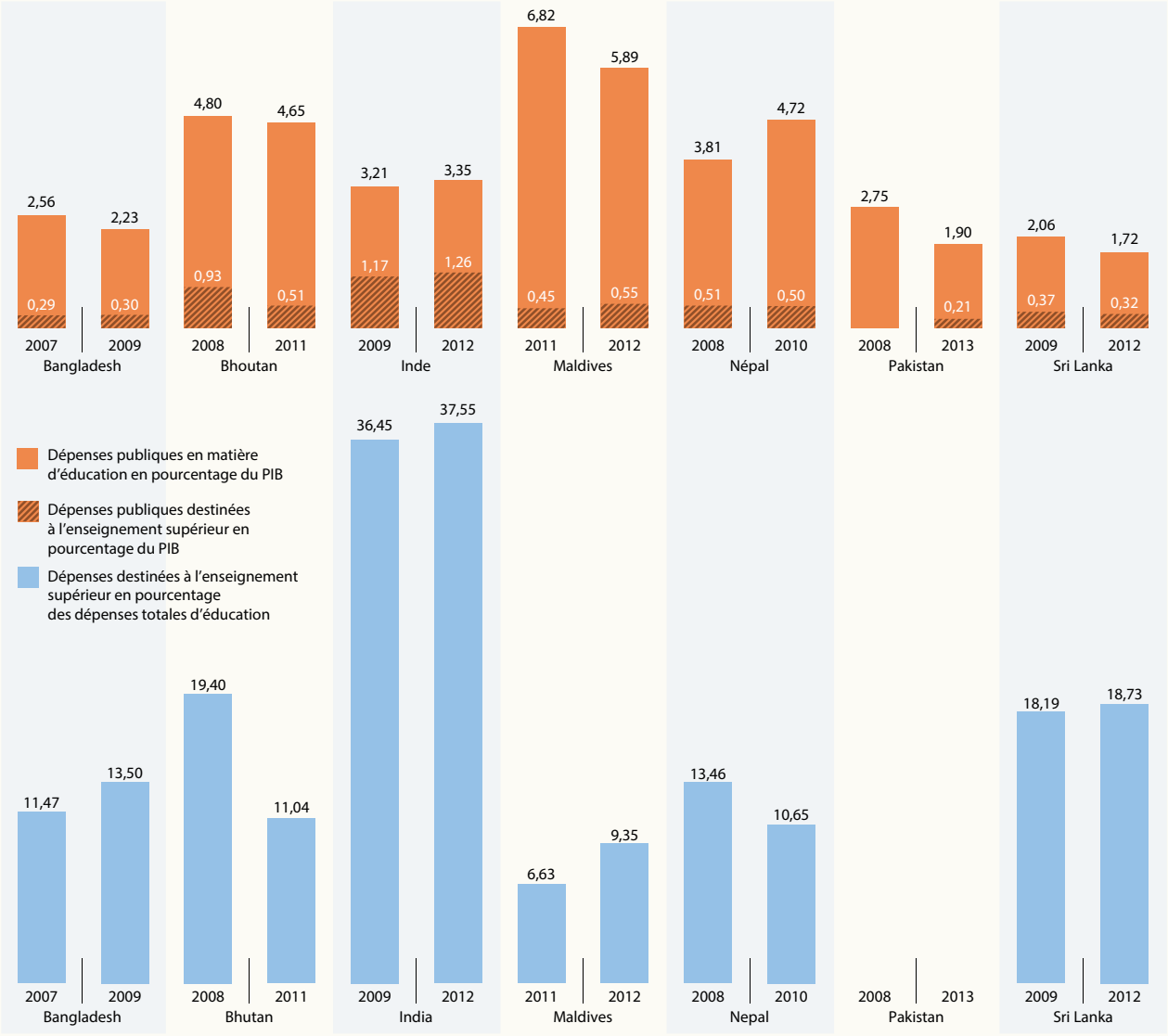
(OMD) relatifs à l'enseignement primaire universel d'ici 2015. Bien que la République des Maldives ait rapidement atteint cet objectif, elle a continué à consacrer entre 5 et 7 % de son PIB à l'éducation pendant cette période, soit davantage que ses voisins (figure 21.3).

Dans tous les pays, l'enseignement supérieur a été relégué au second plan. Les données disponibles les plus récentes révèlent que les dépenses consacrées à l'enseignement supérieur ne représentent que 0,3 à 0,6 % du PIB, contre 1,3 % en Inde en 2012. Maintenant que l'enseignement primaire universel est en voie de devenir une réalité dans tous les pays d'Asie du Sud, la demande d'une augmentation des dépenses consacrées à l'enseignement supérieur se fait plus pressante, notamment depuis que la modernisation et la diversification de l'économie sont au cœur de leurs stratégies de développement. Pourtant, hormis au Népal, les dépenses d'éducation ont diminué ces dernières années et, même dans ce pays, la part allouée à l'enseignement supérieur a stagné (figure 21.3).

L'Afghanistan a entrepris une réforme ambitieuse de son système d'enseignement supérieur qui livre des résultats impressionnants en dépit de sa dépendance vis-à-vis du financement des donateurs, pour le moins incertain. Entre 2010 et 2015, par exemple, le nombre d'étudiants et de professeurs a doublé dans les universités publiques. En 2013, le gouvernement a adopté une stratégie visant à augmenter le nombre d'étudiantes et d'enseignantes (voir p. 578).

Les données relatives aux effectifs inscrits dans l'enseignement supérieur disponibles pour le Bangladesh montrent une nette hausse du nombre de doctorants en ingénierie entre 2009

Figure 21.3 : **Dépenses publiques dans l'éducation en Asie du Sud, 2008 et 2013 ou années les plus proches**



Remarque : Données non disponibles pour l'Afghanistan.

Source : Institut de statistique de l'UNESCO, avril 2015 ; pour le Pakistan en 2013 : Ministère des Finances (2013) *Budget fédéral 2014-2015 : résumé du budget* Voir http://finance.gov.pk/budget/Budget_in_Brief_2014_15.pdf.

et 2011 (de 178 à 521), en dépit d'un investissement modeste des pouvoirs publics. À Sri Lanka, le nombre de doctorants a progressé tout aussi rapidement en ingénierie, mais aussi en sciences et en agriculture. Il n'existe pas de ventilation par discipline pour le Pakistan mais le nombre de doctorants progresse également rapidement (tableaux 21.1 et 21.2). Le pourcentage d'étudiants inscrits en doctorat (1,3 %) au Pakistan et à Sri Lanka est désormais identique à celui de l'Iran (figure 27.5).

Une infrastructure TIC en retard sur les politiques

Ces dernières années, les gouvernements d'Asie du Sud ont élaboré des politiques et des programmes visant à encourager le développement et l'utilisation des technologies de l'information et de la communication (TIC). Ainsi, le programme Digital Bangladesh joue un rôle prépondérant dans la réalisation de l'ambition du pays, à savoir devenir un pays à revenu intermédiaire d'ici 2021 (voir p. 581). La Banque mondiale et d'autres organisations s'associent avec les gouvernements pour accélérer les choses. Le concours Youth Solutions! qui s'adresse aux entrepreneurs en herbe (encadré 21.2) et le premier parc informatique du Bhoutan en constituent des exemples (voir p. 584).

Cette dynamique est particulièrement ressentie dans le domaine de l'éducation. En 2013, le Bangladesh et le Népal ont publié des plans nationaux visant à généraliser l'utilisation des TIC dans l'enseignement. Sri Lanka a adopté un plan similaire et le Bhoutan est en train d'élaborer le sien. En revanche, la République des Maldives a encore beaucoup à faire avant de pouvoir formuler une politique sur les TIC dans l'éducation (ISU, 2014b). La distribution inégale et peu fiable d'électricité fait fréquemment obstacle à la diffusion des TIC dans les régions rurales et isolées. Au Pakistan, 31 % seulement des écoles primaires rurales disposent d'une alimentation électrique fiable contre 53 % dans les centres urbains. Les coupures de courant et les baisses de tension sont fréquentes quel que soit le milieu. Au Népal, seuls 6 % des écoles primaires et 24 % des établissements secondaires bénéficiaient de l'électricité en 2012 (ISU, 2014b). De plus, la qualité insuffisante des services de télécommunication fournis par l'intermédiaire de la téléphonie fixe et mobile et des connexions câblées rend difficile la connexion des systèmes informatiques scolaires au réseau national. À l'exception des Maldives, ces éléments cruciaux de l'infrastructure des TIC ne sont pas universellement disponibles dans la région. À Sri Lanka, par exemple, 32 % seulement des établissements secondaires disposent de téléphones.

Comme l'illustre la figure 21.4, le nombre d'abonnés à la téléphonie mobile est beaucoup plus élevé en Asie du Sud que le nombre d'internautes. Les enseignants des pays en développement utilisent de plus en plus fréquemment la téléphonie mobile à des fins éducatives et administratives (Valk *et al.*, 2010).

TENDANCES EN MATIÈRE DE R&D

Un effort modeste

Par rapport à la norme internationale, les pays d'Asie du Sud consacrent des sommes modestes à la recherche et développement (R&D). Au Pakistan, les dépenses intérieures brutes de R&D (DIRD) ont même décliné entre 2007 et 2013,

Tableau 21.1 : **Nombre d'inscriptions aux études de troisième cycle au Bangladesh, au Pakistan et à Sri Lanka, 2009 et 2012 ou années les plus proches**

	Total	Diplôme d'études postsecondaires	Diplômes de licence et de master	Doctorat
Bangladesh (2009)	1 582 175	124 737	1 450 701	6 737
Bangladesh (2012)	2 008 337	164 588	1 836 659	7 090
Pakistan (2009)	1 226 004	62 227	1 148 251	15 526
Pakistan (2012)	1 816 949	92 221	1 701 726	23 002
Sri Lanka (2010)	261 647	12 551	246 352	2 744
Sri Lanka (2012)	271 389	23 046	244 621	3 722

Source : Institut de statistique de l'UNESCO, avril 2015.

Tableau 21.2 : **Nombre d'inscriptions à l'université au Bangladesh et à Sri Lanka par discipline, 2010 et 2012 ou années les plus proches**

	Sciences		Ingénierie		Agriculture		Santé	
	Diplômes de licence et de master	Doctorats	Diplômes de licence et de master	Doctorats	Diplômes de licence et de master	Doctorats	Diplômes de licence et de master	Doctorats
Bangladesh (2009)	223 817	766	37 179	178	14 134	435	23 745	1 618
Bangladesh (2012)	267 884	766	62 359	521	21 074	445	28 106	1 618
Sri Lanka (2010)	24 396	250	8 989	16	4 407	56	8 261	1 891
Sri Lanka (2012)	28 688	455	14 179	147	3 259	683	8 638	1 891

Source : Institut de statistique de l'UNESCO, avril 2015.

Encadré 21.2 : **Concours régionaux pour l'octroi de bourses en Asie du Sud**

Un concours lancé en 2013 au Bangladesh, aux Maldives, au Népal et à Sri Lanka permet à des jeunes de ces pays de remporter une bourse de 10 000 à 20 000 dollars É.-U. pour mettre en œuvre un projet informatique innovant pendant un an.

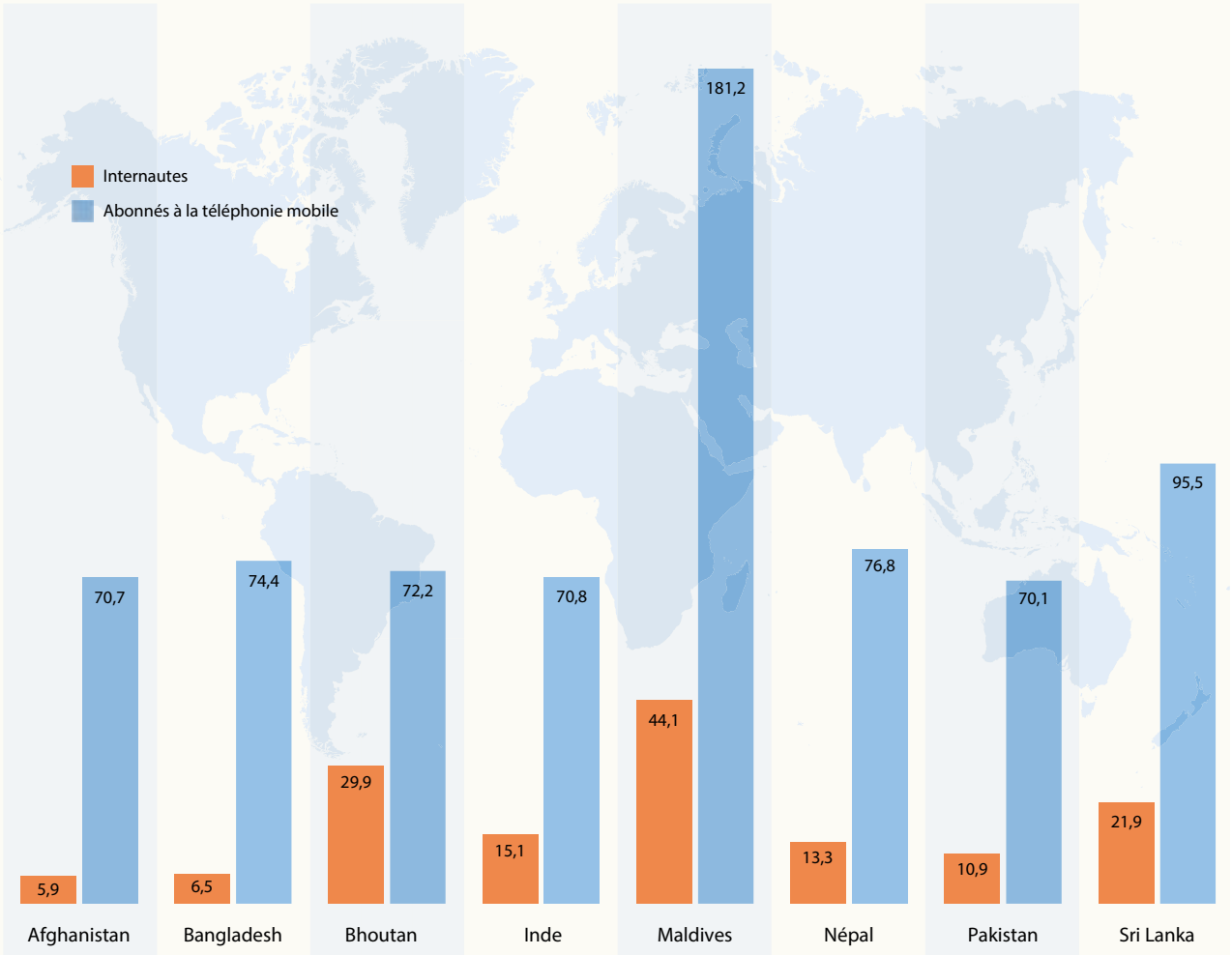
Le but est de sélectionner des idées innovantes déjà abouties et de donner à leurs jeunes créateurs la possibilité de les développer. Le concours cible des entreprises à caractère social dirigées par des jeunes des régions rurales. La candidature est ouverte aux entités dirigées par des jeunes et aux organisations non gouvernementales en fonctionnement depuis au moins deux ans. La durabilité doit être au cœur de chaque proposition. Le but ultime est de multiplier et de diversifier les opportunités d'emploi pour les jeunes.

Le premier concours, « Youth Solutions! Technology for Skills and Employment » (2013), était placé sous le signe de la technologie au service des compétences et de l'emploi, et le deuxième, « Coding Your Way to Opportunity » (2014), portait sur la formation en programmation informatique comme moyen d'accès à l'emploi pour les jeunes.

Cette initiative est le fruit d'un partenariat noué en mars 2013 entre la Banque mondiale, Microsoft Corporation et Sarvodaya Fusion (Sri Lanka), ce dernier étant chargé de la mise en œuvre. Microsoft et la Banque mondiale, appuyés par un groupe d'évaluation externe, sélectionnent les propositions sur la base de critères tels que l'utilisation des outils de TIC, le développement des compétences, la création d'emplois, l'originalité, la durabilité, la participation et la possibilité de mesurer les résultats.

Source : Banque mondiale.

Figure 21.4 : **Nombre d'internautes et d'abonnés à la téléphonie mobile par 100 habitants en Asie du Sud, 2013**



Source : Union internationale des télécommunications.

passant de 0,63 à 0,29 % du PIB, sachant que le gouvernement n'a pas enquêté auprès des entreprises commerciales (figure 21.5). Cette tendance s'est accompagnée d'une tentative de décentralisation vers les provinces des dépenses relatives à l'enseignement supérieur et à la recherche. À Sri Lanka, l'investissement est demeuré stable mais faible (0,16 % du PIB en 2010), soit inférieur à l'intensité de R&D du Népal (0,30 %), qui s'est notablement améliorée depuis 2008, et très loin de celui de l'Inde (0,82 %). Cet investissement insuffisant a pour corollaires un faible nombre de chercheurs et une participation limitée aux réseaux de recherche internationaux.

Comme l'illustre la figure 21.6, le score relatif aux dépenses de R&D du secteur privé de la majorité des pays de la région se situe dans une étroite fourchette (entre 2,28 et 3,34 en 2014 selon l'Indice mondial de la compétitivité du Forum économique mondial), Sri Lanka enregistrant la meilleure performance. Depuis 2010, seul le Népal affiche une petite amélioration des dépenses de R&D du secteur privé. Hormis le Bangladesh et le Népal, le secteur privé sud-asiatique mène davantage d'activités de R&D que celui d'Afrique subsaharienne (moyenne de 2,66), mais moins que celui des pays émergents et en développement en général (3,06 en moyenne), à l'exception notable de Sri Lanka.

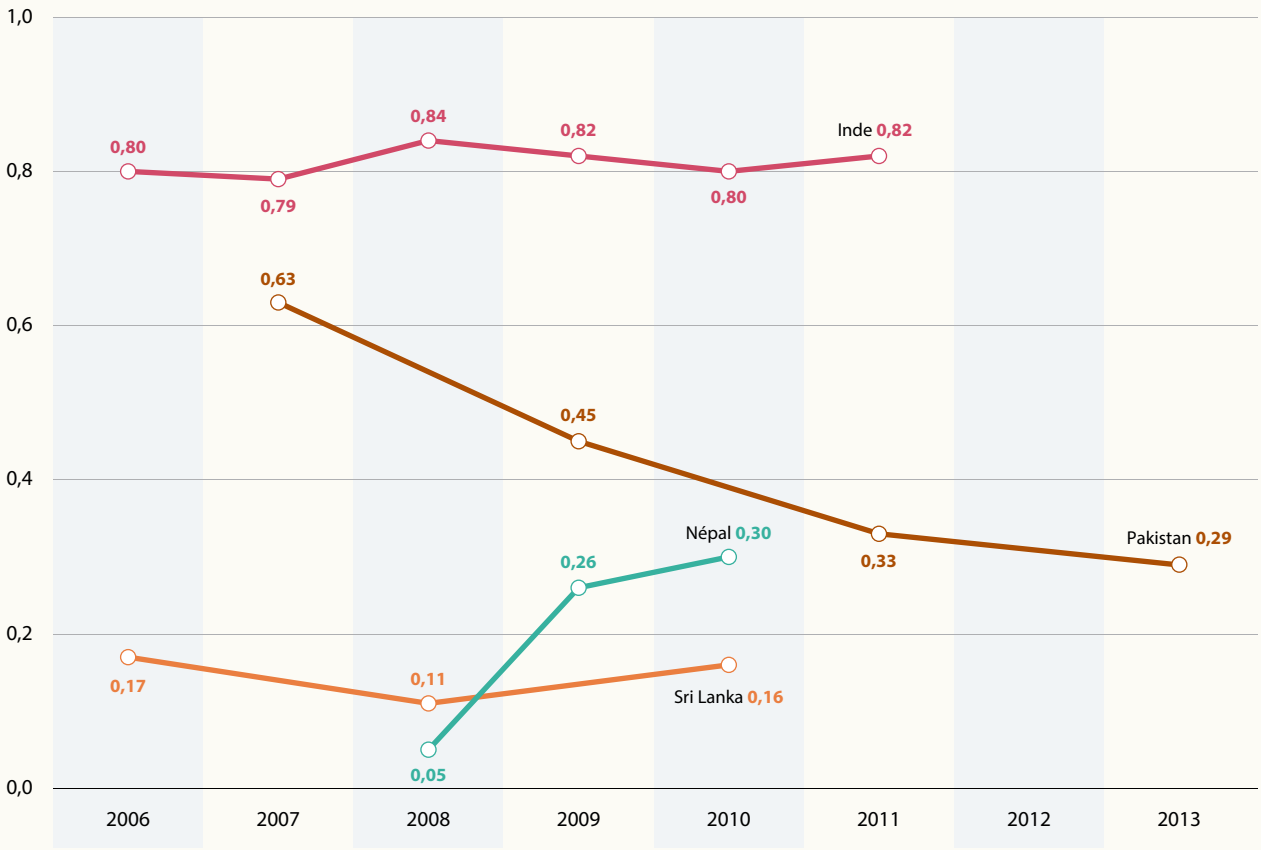
Surtout, forts du niveau supérieur de développement des marchés dans les pays industrialisés, les pays de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) atteignent un score moyen de 4,06 et distancent largement l'Asie du Sud.

Globalement, depuis cinq ans, les dépenses de R&D de l'Asie du Sud n'ont pas progressé au même rythme que son économie. La similitude des tendances observées dans les secteurs public et privé trahit un manque généralisé de capacités et le rôle marginal dévolu à la recherche. Cette situation est également imputable à des niveaux relativement faibles de revenu disponible et de développement des marchés commerciaux, ainsi qu'à la faible marge de manœuvre des budgets publics en matière d'octroi de fonds à la R&D.

Le Népal rattrape Sri Lanka en termes de densité de chercheurs

Des données récentes sur les chercheurs n'étant disponibles que pour le Népal, le Pakistan et Sri Lanka, il serait risqué de tirer des conclusions pour la région dans son ensemble. Les données disponibles révèlent cependant des tendances intéressantes. Le Népal rattrape Sri Lanka en termes de densité de chercheurs, mais le pourcentage de femmes dans le vivier de chercheurs népalais est faible. En 2010 il était même près de moitié inférieur

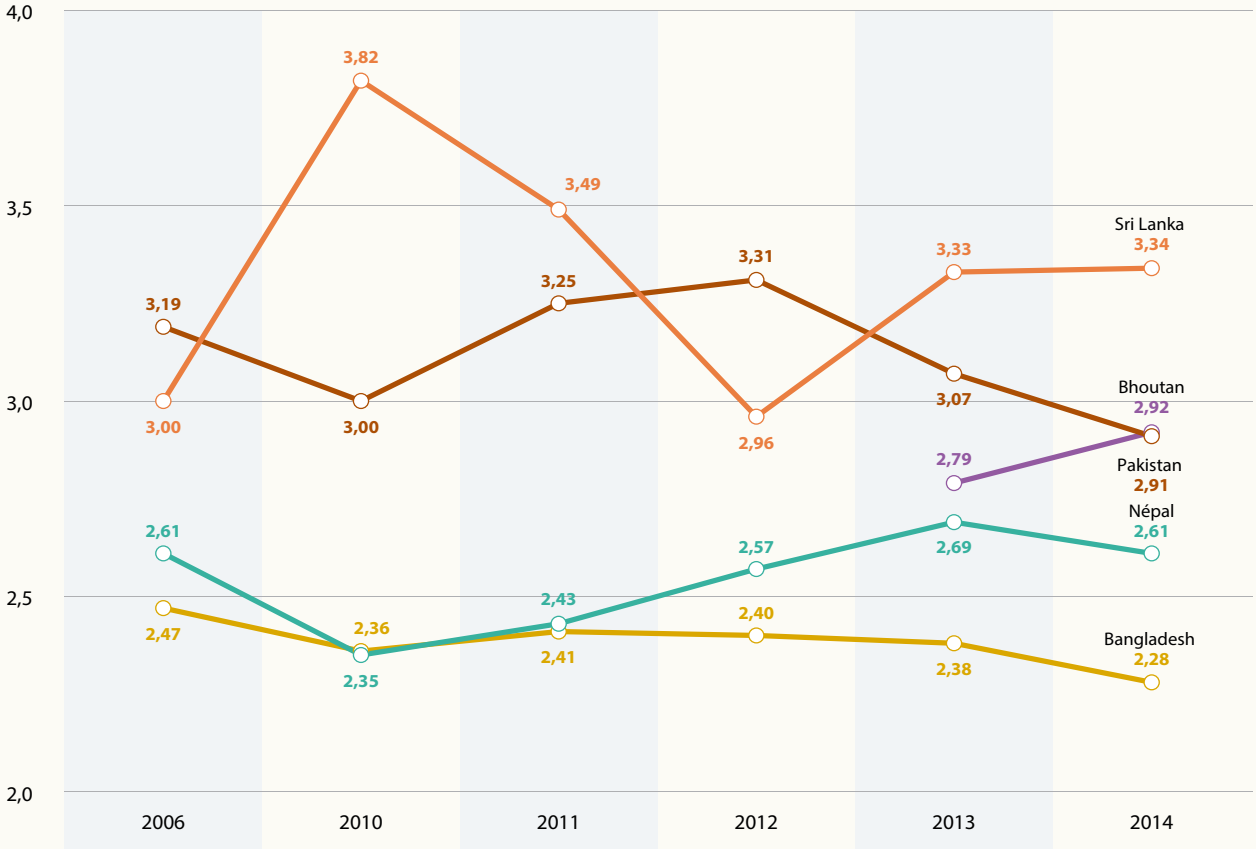
Figure 21.5 : **Ratio DIRD/PIB en Asie du Sud, 2006-2013**



Remarque : Données non disponibles pour le Bangladesh, le Bhoutan et les Maldives. Les données relatives au Népal sont incomplètes et correspondent au budget de R&D de l'État et non aux dépenses de R&D. Celles relatives au Pakistan ne comprennent pas le secteur des entreprises.

Source : Institut de statistique de l'UNESCO, juin 2015.

Figure 21.6 : **Dépenses de R&D du secteur privé en Asie du Sud, 2010-2014**



Source : Indice mondial de la compétitivité du Forum économique mondial, consulté en décembre 2014.

à celui de 2002 (figure 21.7). Sri Lanka affiche le pourcentage de chercheuses le plus élevé mais leur taux de participation a diminué. Le Pakistan présente la densité de chercheurs la plus élevée des trois mais aussi la densité de techniciens la plus faible. En outre, aucun de ces deux indicateurs n'a beaucoup évolué depuis 2007.

Une R&D plus productive en dépit du faible niveau d'investissement

Tous les pays d'Asie du Sud semblent avoir déposé davantage de demandes de brevets ces cinq dernières années (tableau 21.3). L'Inde est toujours en tête grâce en partie au dynamisme de multinationales étrangères spécialisées dans les TIC (chapitre 22), mais le Pakistan et Sri Lanka ont également fait de grands pas en avant. Il est intéressant de noter que les statistiques 2013 de l'Organisation mondiale de la propriété intellectuelle (OMPI) montrent que le nombre de demandes de brevets par des Bangladais, des Indiens et des Pakistanais expatriés n'a jamais été aussi important. Cette situation suggère la présence de fortes communautés issues de la diaspora dans les pays développés et/ou de multinationales étrangères dans ces pays.

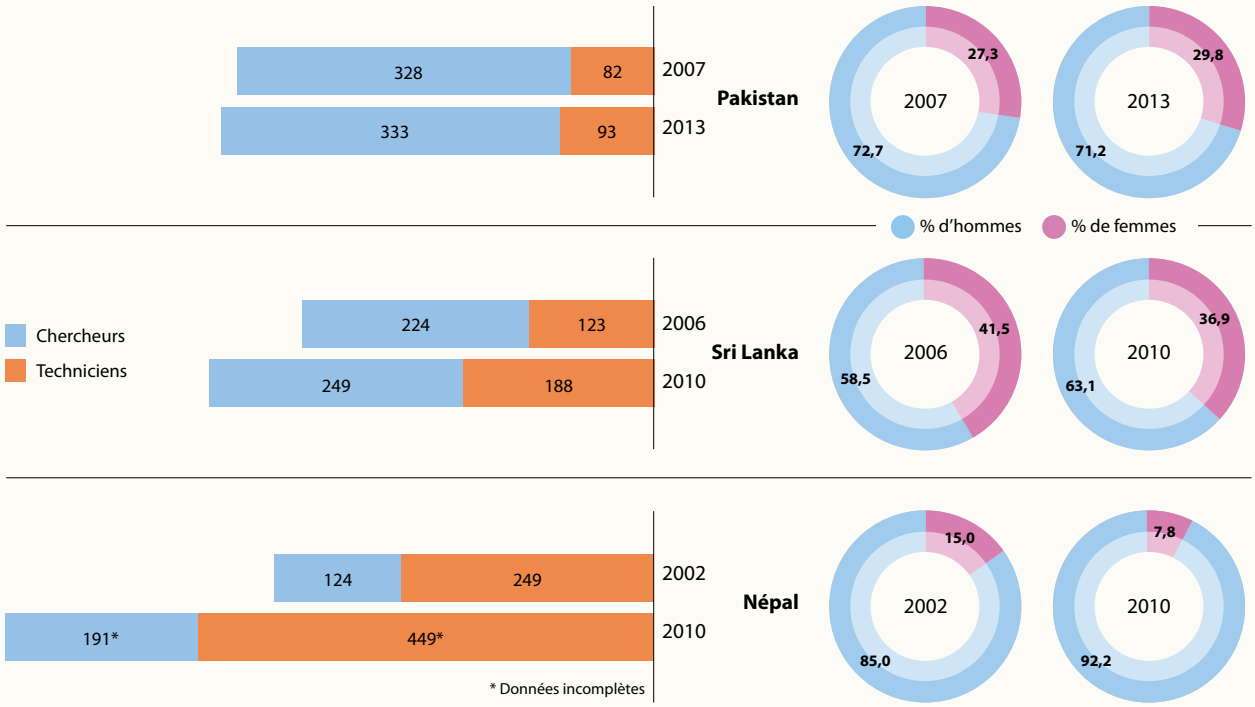
Les exportations de produits de haute technologie demeurent insignifiantes. Elles représentaient 8,1, 0,3, 1,9 et 1,0 % respectivement des exportations de produits manufacturés en 2013 en Inde, au Népal, au Pakistan et à Sri Lanka, seuls pays fournissant des chiffres exploitables. Cependant, depuis quelques années, les exportations de services en rapport avec la communication et l'informatique (services internationaux de télécommunication et de données informatiques, par exemple) occupent une place prépondérante en Afghanistan, au Bangladesh et au Pakistan. Le Népal, quant à lui, a connu une progression impressionnante dans ce domaine : sa part des exportations de services est passée de 36 % en 2009 à 58 % en 2012. Si l'Afghanistan et le Népal commercent principalement avec leurs voisins sud-asiatiques, les autres pays objet du présent chapitre limitent le niveau de leurs importations et de leurs exportations au sein de la région à environ 25 % du total. Cette situation découle principalement de l'éventail restreint des produits exportés, du faible pouvoir d'achat des consommateurs de la région et de l'insuffisance des efforts régionaux visant à encourager l'innovation requise pour répondre à la demande non satisfaite.

Le nombre de publications scientifiques de l'Asie du Sud (Inde comprise) indexées sur la plateforme de recherche Web of Science a augmenté de 41,8 % entre 2009 et 2014 (figure 21.8). Les progrès les plus spectaculaires ont été observés au Pakistan (87,5 %), au Bangladesh (58,2 %) et au Népal (54,2 %). À titre de comparaison, les publications indiennes ont progressé de 37,9 % sur la même période.

En dépit de la stagnation des dépenses consacrées à l'enseignement supérieur (en pourcentage du PIB) au Pakistan depuis 2008, l'élan généré par les réformes engagées entre 2000 et 2010 n'a pas faibli. Pendant ce temps, au Népal, la hausse rapide des dépenses de R&D entre 2008 et 2010 semble avoir dynamisé la productivité de la recherche, qui s'est accélérée après 2009.

En dépit de ces progrès, la production de la recherche sud-asiatique demeure modeste par rapport à d'autres régions du globe, autant en termes de nombre de brevets internationaux que de publications dans des revues spécialisées. Cette faiblesse des activités de recherche découle directement de l'absence d'intrants de R&D mesurables de la part des secteurs public et privé. La capacité de la région en termes d'enseignement et de recherche compte également parmi les plus faibles au monde.

Figure 21.7 : **Nombre de chercheurs (en personnes physiques) et de techniciens en Asie du Sud par million d'habitants et par sexe, 2007 et 2013 ou années les plus proches**



Remarque : Les données relatives au Pakistan ne comprennent pas le secteur des entreprises.

Source : Institut de statistique de l'UNESCO, juin 2015.

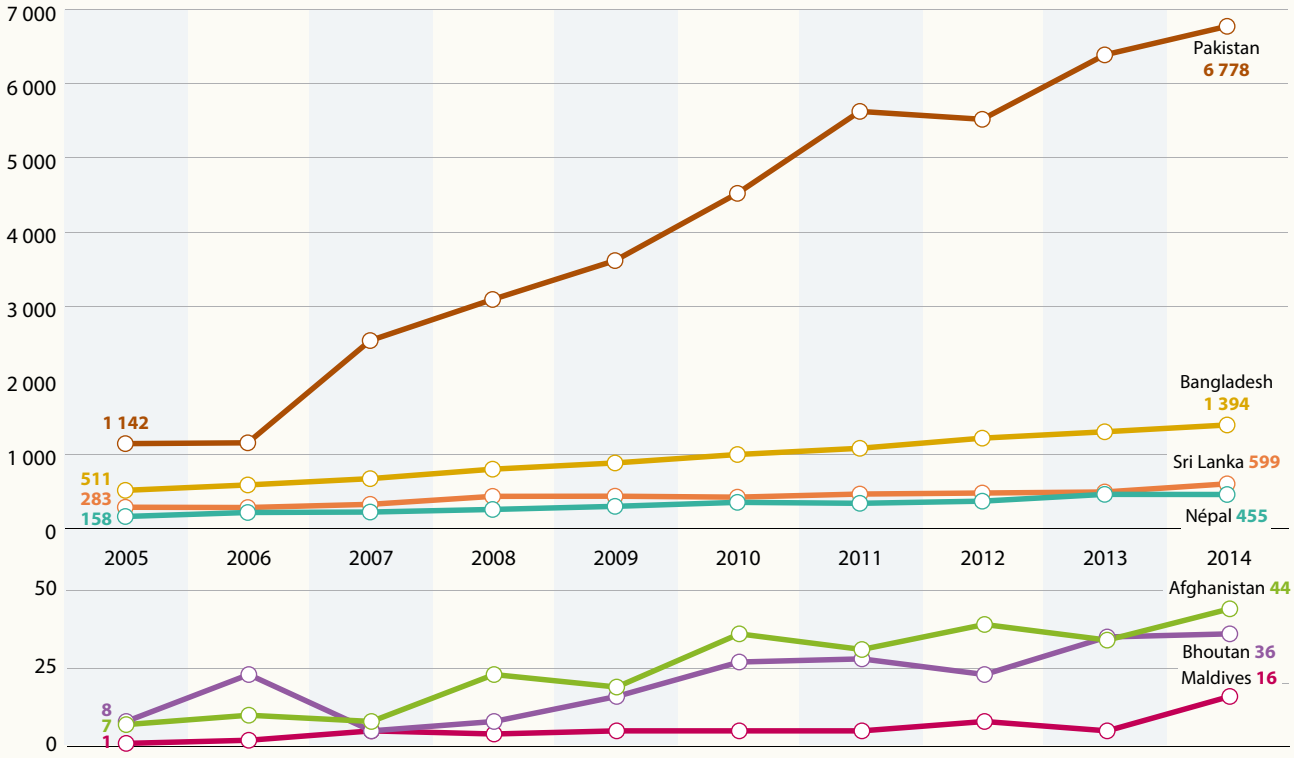
Tableau 21.3 : **Demandes de brevets en Asie du Sud, 2008 et 2013**

	2008			2013		
	Nombre total de demandes par des résidents	Demandes de résidents par million d'habitants	Nombre total de demandes par des non-résidents	Nombre total de demandes par des résidents	Demandes de résidents par million d'habitants	Nombre total de demandes par des non-résidents
Bangladesh	29	0,19	270	60	0,39	243
Bhoutan	0	0	0	3	3,00	1
Inde	5 314	4,53	23 626	10 669	8,62	32 362
Népal	3	0,12	5	18	0,67	12
Pakistan	91	0,55	1 647	151	0,84	783
Sri Lanka	201	10,0	264	328	16,4	188

Source : Base de données statistiques de l'OMPI, consultée en avril 2015.

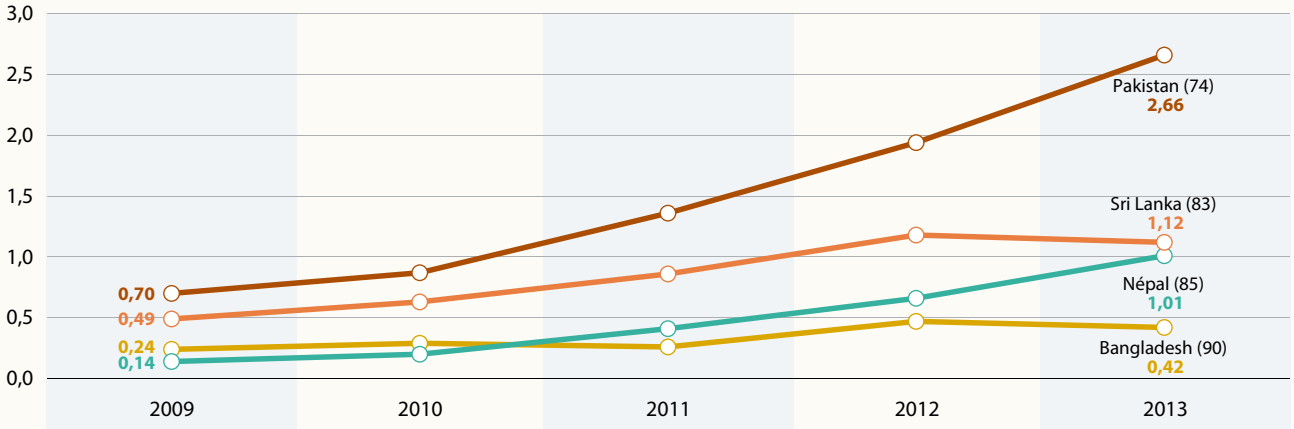
Figure 21.8 : **Tendances des publications scientifiques en Asie du Sud, 2005-2014**

En forte croissance au Bangladesh, au Népal et au Pakistan depuis 2009



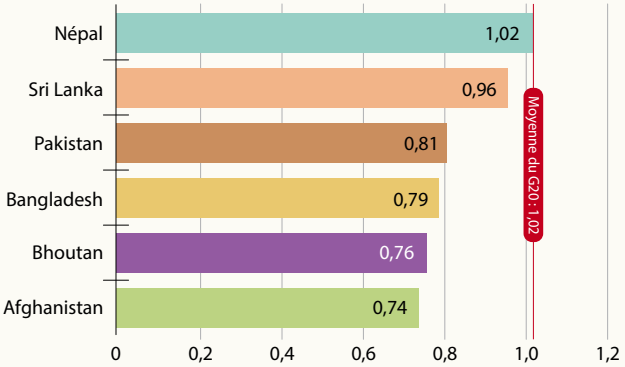
Le Pakistan compte le plus grand nombre de publications sur les nanotechnologies par million d'habitants

Le rang mondial de chaque pays figure entre parenthèses

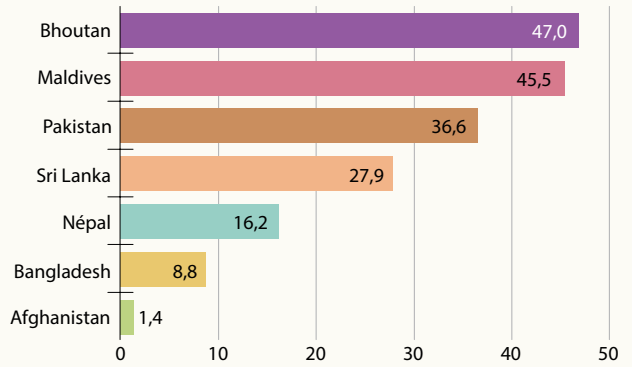


Le Pakistan affiche la plus forte intensité de publications des pays très peuplés

Taux moyen de citation, 2008-2012

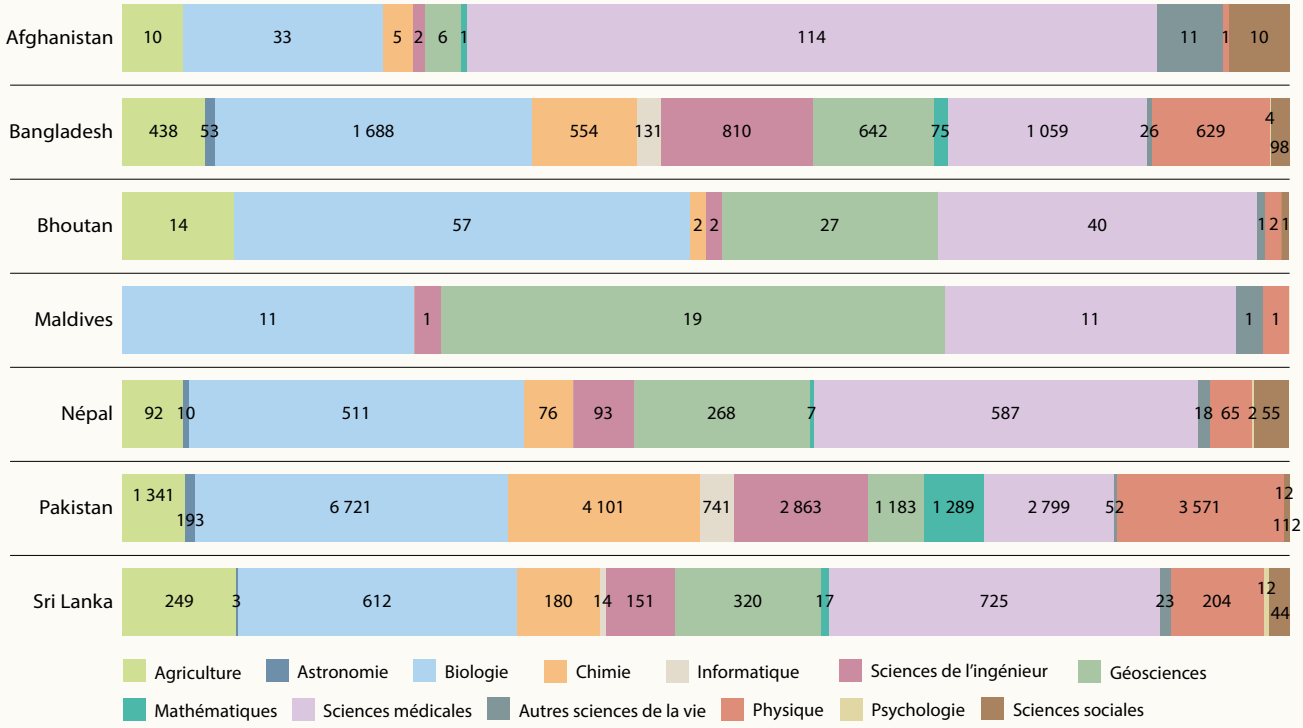


Nombre de publications par million d'habitants, 2014



Les sciences de la vie dominent en Asie du Sud ; le Pakistan se spécialise également en chimie

Totaux cumulés par discipline, 2008-2014



Remarque : Les articles non indexés sont exclus des totaux.

D'autres pays asiatiques font partie des principaux partenaires étrangers des chercheurs sud-asiatiques

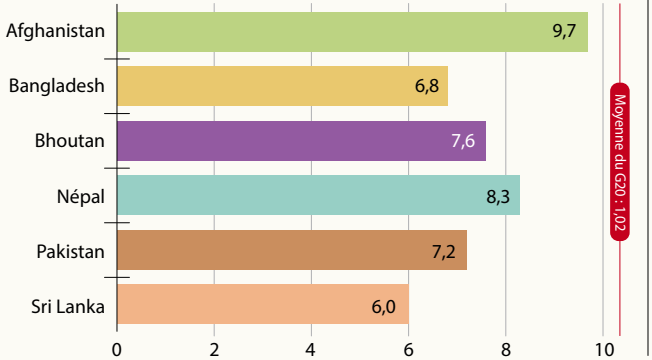
Cinq premiers collaborateurs, 2008-2014 (nombre de publications)

	1er partenaire	2e partenaire	3e partenaire	4e partenaire	5e partenaire
Afghanistan	États-Unis (97)	Royaume-Uni (52)	Pakistan (29)	Égypte/Japon (26)	
Bangladesh	États-Unis (1 394)	Japon (1 218)	Royaume-Uni (676)	Malaisie (626)	Rép. de Corée (468)
Bhoutan	États-Unis (44)	Australie (40)	Thaïlande (37)	Japon (26)	Inde (18)
Maldives	Inde (14)	Italie (11)	États-Unis (8)	Australie (6)	Suède/Japon/ Royaume-Uni (5)
Népal	États-Unis (486)	Inde (411)	Royaume-Uni (272)	Japon (256)	Rép. de Corée (181)
Pakistan	États-Unis (3 074)	Chine (2 463)	Royaume-Uni (2 460)	Arabie saoudite (1 887)	Allemagne (1 684)
Sri Lanka	Royaume-Uni (548)	États-Unis (516)	Australie (458)	Inde (332)	Japon (285)

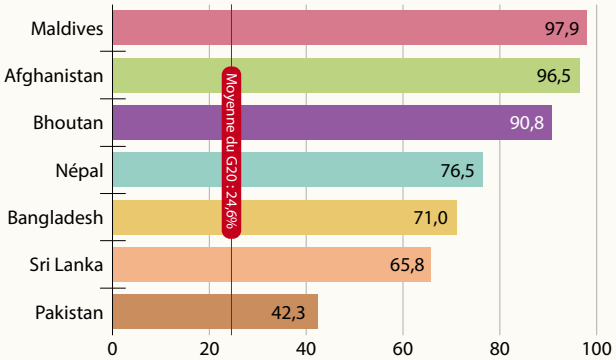
Source : Plate-forme de recherche Web of Science de Thomson Reuters, Science Citation Index Expanded, traitement des données par Science-Metrix

Hormis au Pakistan, la majorité des articles sont des copublications avec des partenaires étrangers

Part des publications sud-asiatiques dans les 10 % de publications les plus citées, 2008-2012 (%)



Pourcentage d'articles ayant au moins un coauteur étranger, 2008-2014 (%)



Source : Plate-forme de recherche Web of Science de Thomson Reuters, Science Citation Index Expanded, traitement des données par Science-Metrix ; pour les publications relatives à la nanotechnologie : statnano.com, voir figure 15.5.

PROFILS DE PAYS

AFGHANISTAN



L'éducation des filles progresse rapidement

Le taux d'alphabétisation de l'Afghanistan est l'un des plus faibles au monde : environ 31 % de la population adulte. Près de 45 % des hommes savent lire et écrire contre 17 % des femmes, avec de fortes disparités entre les provinces. En 2005, le pays s'est engagé à réaliser l'enseignement primaire universel à l'horizon 2020. Des efforts énergiques en faveur de la parité entre les sexes ont été récompensés par une hausse massive du ratio net d'inscription des filles : 87 % (estimation) en 2012 contre à peine 4 % en 1999. En 2012, l'enseignement primaire comptait 66 % de filles et 89 % de garçons. Selon le *Rapport mondial de suivi sur l'éducation pour tous 2015* de l'UNESCO, la durée probable de scolarisation était de 11 ans pour les garçons et de 7 ans pour les filles.

Des infrastructures inadaptées à l'augmentation du nombre d'étudiants

Le *Plan stratégique national pour l'enseignement supérieur : 2010-2014* rédigé par le Ministère afghan de l'enseignement supérieur avait deux objectifs principaux : améliorer la qualité de l'enseignement et élargir l'accès à l'enseignement supérieur, en mettant l'accent sur l'égalité des sexes. Selon un rapport d'avancement émanant de ce même ministère, le nombre d'étudiantes a triplé entre 2008 et 2014 mais les femmes ne représentent qu'un étudiant sur cinq (figure 21.9). Les filles rencontrent toujours davantage de difficultés que les garçons à achever leurs études et sont pénalisées par l'absence de résidences étudiantes pour femmes dans les universités (Ministère de l'enseignement supérieur, 2013).

Le Ministère de l'enseignement supérieur a largement dépassé son objectif d'augmentation du nombre d'inscriptions dans les universités, qui a doublé entre 2011 et 2014 (figure 21.9). Cependant, par manque de financement, la construction d'établissements n'a pas pu suivre la hausse rapide du nombre d'inscriptions. La mise à niveau de nombreux établissements s'impose toujours. Par exemple, les étudiants en physique de l'Université de Kaboul ne disposaient pas de laboratoires fonctionnels en 2013 (Ministère de l'enseignement supérieur, 2013). Seuls 15 % des 564 millions de dollars É.-U. de financement demandés aux donateurs par le ministère ont été versés depuis 2010[2].

Dans le cadre de sa *Stratégie sur l'égalité des sexes dans l'enseignement supérieur* de 2013, le ministère a élaboré un plan d'action visant à augmenter le nombre d'étudiantes et d'enseignantes (figure 21.9). Cela passe notamment par la construction de résidences séparées pour les étudiantes. Avec l'aide du Département d'État américain, une résidence a été construite à Hérat en 2014 et deux autres sont en projet à Balkh et Kaboul. À elles toutes, elles devraient accueillir environ 1 200 femmes. Le ministère a également demandé des fonds au Programme de priorité nationale pour construire dix dortoirs supplémentaires pour 4 000 étudiantes. Six d'entre eux étaient terminés en 2013.

2. Les principaux donateurs sont la Banque mondiale, l'USAID, le Département d'État américain, l'OTAN, l'Inde, la France et l'Allemagne.

La progression du nombre d'inscriptions dans les universités tient entre autres aux cours du soir ouverts aux travailleurs et aux jeunes mères, qui permettent également de rentabiliser au maximum l'espace limité offert par les locaux. Les cours du soir sont de plus en plus prisés : 16 198 personnes se sont inscrites en 2014 contre à peine 6 616 en 2012. Les femmes représentaient 12 % (1 952) des participants aux cours du soir en 2014.

Diversification des nouveaux programmes de master

En 2014, la Commission des programmes avait approuvé la refonte et la mise à niveau des programmes d'un tiers des universités publiques et privées d'Afghanistan. Les objectifs de recrutement ont également été atteints de manière progressive et régulière depuis que les frais de personnel sont couverts par les allocations budgétaires ordinaires (figure 21.9).

L'une des priorités du ministère a été d'augmenter le nombre de programmes de master (figure 21.9) afin d'offrir davantage d'opportunités aux femmes, notamment, compte tenu des difficultés qu'elles rencontrent pour effectuer des études de master et de doctorat à l'étranger : les femmes constituent la moitié des étudiants des deux nouveaux programmes de master en éducation et en administration publique. Cinq des huit diplômes de master délivrés par l'Université de Kaboul entre 2007 et 2012 ont été obtenus par des femmes (Ministère de l'enseignement supérieur, 2013).

Accroître le nombre de professeurs titulaires d'un master ou d'un doctorat constitue une autre priorité. L'introduction de nouveaux programmes a permis à davantage d'enseignants d'obtenir un master, mais les doctorants doivent toujours partir étudier à l'étranger avant de rejoindre le petit contingent d'Afghans titulaires d'un doctorat. Le pourcentage de titulaires de master et de doctorat a décliné ces dernières années parallèlement à la progression du nombre de professeurs dans les universités afghanes. La baisse du pourcentage de titulaires de doctorat (de 5,2 à 3,8 % entre 2008 et 2014) résulte également d'une vague de départs à la retraite (figure 21.9).

Deux dispositifs permettent aux professeurs d'étudier à l'étranger. Entre 2005 et 2013, 235 membres du corps professoral ont obtenu leur master à l'étranger grâce au Programme de renforcement de l'enseignement supérieur de la Banque mondiale. En 2013 et 2014, le budget de développement du Ministère de l'enseignement supérieur a financé les études à l'étranger de 884 enseignants souhaitant obtenir un master et de 37 professeurs visant un doctorat.

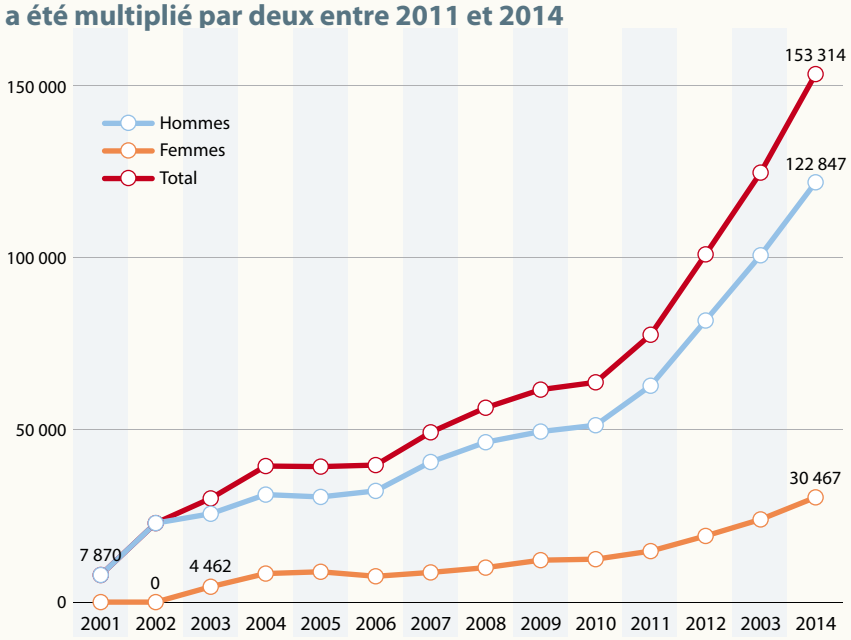
Des subventions pour donner un nouvel essor à la recherche

Afin de donner un nouvel essor à la recherche en Afghanistan, des unités de recherche ont été créées dans 12 universités[3] dans le cadre du Projet d'amélioration des systèmes d'enseignement supérieur de la Banque mondiale. Parallèlement, le Ministère de l'enseignement supérieur a mis en place en 2011 et 2012 une bibliothèque numérique donnant accès à environ

3. Université de Kaboul, Université polytechnique de Kaboul, Université d'Hérat, Université de la province de Nangarhar, Université de la province de Balkh, Université de Kandahar, Université pour l'éducation de Kaboul, Université Al-Biruni, Université de Khost, Université de la province de Takhar, Université de la province de Bamyan et Université de la province de Jawzjan

Figure 21.9 : **Réforme ambitieuse des universités en Afghanistan**

Le nombre d'inscriptions dans les universités publiques a été multiplié par deux entre 2011 et 2014



63 837

Nombre d'étudiants dans les universités afghanes en 2010

153 314

Nombre d'étudiants dans les universités afghanes en 2014

20,5 %

Part des femmes dans la population étudiante en 2010

19,9 %

Part des femmes dans la population étudiante en 2014

L'Afghanistan se rapproche de ses objectifs en matière d'enseignement supérieur

	Objectif	Situation réelle
Plan stratégique national pour l'enseignement supérieur : 2010–2014 (publié en 2010)	Financement de 564 millions de dollars É.-U. à mobiliser pour la mise en œuvre du plan	15 % (84,13 millions de dollars É.-U.) reçus des donateurs en 2014
	Multiplication par deux du nombre d'étudiants dans les universités publiques (115 000) d'ici 2015	153 314 étudiants inscrits en 2014 (objectif atteint)
	Part de 20 % du budget de l'éducation réservée à l'enseignement supérieur d'ici 2015, soit 800 dollars É.-U. par étudiant en 2014 (correspondant à un budget de 80 millions de dollars É.-U. en 2012) et 1 000 dollars É.-U. en 2015	Le budget de l'éducation supérieure approuvé pour 2012 s'élevait à 47,1 millions de dollars É.-U. soit 471 dollars É.-U. par étudiant.
	Augmentation de 84 % du nombre de professeurs dans les universités publiques d'ici 2015 (4 372) et de 25 % du personnel (4 375)	En octobre 2014, on comptait 5 006 professeurs d'université. En 2012, l'effectif des autres catégories de personnel universitaire s'élevait à 4 810 personnes (objectif atteint).
	Augmentation du nombre de programmes de master en Afghanistan	Huit programmes de master au total existaient en 2013, 25 en 2014 (objectif atteint)
	Augmentation du pourcentage de professeurs titulaires d'un master (31 % en 2008) ou d'un doctorat (5,2 % en 2008)	Le pourcentage de diplômes de master ou de doctorat a légèrement décliné en raison de la forte hausse du nombre de professeurs et d'une vague de départs à la retraite chez les titulaires de doctorats : en octobre 2014, 1 480 professeurs détenaient un master (29,6 %) et 192 un doctorat (3,8 %), 625 professeurs effectuaient des études de master et devaient obtenir leur diplôme en décembre 2015.
	Création d'une Commission des programmes par le Ministère de l'enseignement supérieur	Commission créée (objectif atteint). En 2014, elle avait aidé 36 % des facultés publiques (66 sur 182) et 38 % des facultés privées (110 sur 288) à réviser et améliorer leurs programmes.
Stratégie en matière de genre dans l'enseignement supérieur (publiée en 2013)	25 % de femmes dans la population étudiante en 2014 et 30 % en 2015	En 2014, les femmes représentaient 19,9 % des étudiants.
	Construction de 13 résidences étudiantes pour femmes	En 2014, sept étaient terminées.
	Augmentation du nombre de femmes titulaires d'un master	En octobre 2014, 117 femmes (23 % du total) suivaient des études de master dans les universités afghanes, contre 508 hommes.
	Augmentation à 20 % du nombre de femmes dans le corps professoral d'ici 2015	En octobre 2014, 690 membres du corps professoral étaient des femmes (14 %) sur un total de 5 006 professeurs.
	Augmentation du nombre de femmes professeurs titulaires d'un master et d'un doctorat	En octobre 2014, 203 femmes professeurs étaient titulaires d'un master (contre 1 277 hommes) et 10 d'un doctorat.

Source : Ministère de l'enseignement supérieur (2013) ; communication du Ministère de l'enseignement supérieur en octobre 2014.

9 000 revues universitaires et 7 000 ouvrages électroniques à l'ensemble des professeurs, des étudiants et du personnel (Ministère de l'enseignement supérieur, 2013). La promotion des enseignants est désormais subordonnée à leur participation à la recherche. La première série d'appels d'offres concurrentiels en 2012 a permis d'accorder des bourses de recherche à des projets proposés par des professeurs de l'Université de Kaboul, de l'Université de Bamyan et de l'Université pour l'éducation de Kaboul. Ces projets portaient sur l'utilisation de l'informatique dans l'apprentissage et la recherche, les difficultés soulevées par le nouveau programme de mathématiques des écoles intermédiaires, l'effet de la pollution automobile sur la vigne, la gestion intégrée des nutriments dans différentes variétés de blé, les méthodes traditionnelles de mélange du béton et l'effet de différentes méthodes de collecte du sperme de taureau (Ministère de l'éducation supérieure, 2013).

Les Comités de la recherche mis en place dans les 12 universités ont approuvé 9 propositions en 2013 et 12 autres en 2014. Le ministère collabore actuellement avec l'Institut asiatique de technologie en Thaïlande à l'élaboration de programmes d'enseignement communs. Dans le cadre de cette collaboration, 12 professeurs d'université y ont été envoyés en 2014. La formulation d'une politique nationale en matière de recherche a commencé la même année (Ministère de l'enseignement supérieur, 2013).

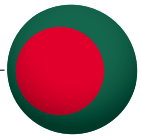
Autonomie financière pour les universités ?

Un objectif majeur du Ministère de l'enseignement supérieur est d'accorder une relative autonomie financière aux universités, qui n'ont actuellement pas le droit de faire payer les études ou de conserver un quelconque revenu. Le ministère cite à ce sujet une étude de 2005 de la Banque mondiale rapportant que le Pakistan a abrogé une législation restrictive similaire il y a environ dix ans. « Aujourd'hui, les universités pakistanaises tirent en moyenne 49 % de leur budget (pour certaines même 60 %) du revenu qu'elles génèrent et de dons », observe le ministère (Ministère de l'enseignement supérieur, 2013).

La réforme vise à encourager l'entrepreneuriat, les liens entre les universités et l'industrie et la capacité des universités à fournir des services. Le ministère a préparé une proposition qui permettrait aux institutions d'enseignement supérieur de conserver les fonds générés par leurs activités d'entrepreneuriat, telles que l'analyse des médicaments effectuée par la Faculté de pharmacie de l'Université de Kaboul pour le compte du Ministère de la santé publique. Elles pourraient également conserver le revenu des cours du soir et les dons émanant de bienfaiteurs ou d'anciens élèves. En outre, elles auraient le droit de créer des fondations destinées à engranger des fonds en vue de projets de grande envergure (Ministère de l'enseignement supérieur, 2013).

Le résultat d'un projet pilote mis en œuvre en 2012, qui accordait aux universités de Kaboul plus de liberté pour leurs achats et leurs dépenses en dessous d'un certain seuil financier, est venu conforter le point de vue du ministère. Mais le rejet par le Parlement de la loi sur l'enseignement supérieur, pourtant approuvée par le Comité de l'éducation en 2012, a mis un coup d'arrêt à ses plans.

BANGLADESH



De grands progrès dans l'éducation

L'*Examen du secteur de l'éducation au Bangladesh 2013* commandité par la Banque mondiale se félicite des importants progrès accomplis dans l'enseignement primaire depuis 2010. Les taux d'inscription nets ont progressé régulièrement pour atteindre 97,3 % en 2013. Sur la même période, le taux d'achèvement du cycle primaire est passé de 60,2 à 78,6 %. La parité entre les sexes dans le primaire et le secondaire a été réalisée bien avant la date butoir de 2015 fixée par les OMD. Le pourcentage de filles scolarisées a même dépassé celui des garçons ces dernières années.

La qualité de l'enseignement s'est également améliorée. Selon le Bureau bangladais d'information et de statistique sur l'éducation, le nombre d'élèves par classe dans les établissements secondaires a chuté, passant de 72 à 44 entre 2010 et 2013. Le taux de redoublement dans les écoles primaires est passé de 12,6 à 6,9 % au cours de la même période, avec en parallèle une amélioration du taux de réussite à l'examen du Certificat de scolarité secondaire et un recul de l'écart entre les filles et les garçons pour cet indicateur. Mi-2014, plus de 9 000 classes de primaire avaient été construites ou rénovées et bénéficiaient d'eau et d'installations sanitaires.

L'*Examen national 2015 du programme Éducation pour tous* impute ce changement positif à plusieurs facteurs : subventions conditionnelles en espèces aux enfants de familles pauvres (au niveau primaire) et aux filles des régions rurales (au niveau secondaire), utilisation des TIC dans l'enseignement et distribution gratuite aux écoles de manuels également téléchargeables gracieusement depuis la bibliothèque en ligne du gouvernement[4].

En revanche, l'*Examen du secteur de l'éducation 2013* note parmi les difficultés persistantes la non-scolarisation d'environ 5 millions d'enfants et la stagnation du taux de passage du primaire au secondaire (60,6 % en 2013). Ce document estime que les plans relatifs à l'éducation devraient cibler les populations les plus isolées. Il souligne également la nécessité d'une hausse substantielle des enveloppes budgétaires destinées à l'enseignement secondaire et supérieur. En 2009, dernière année pour laquelle il existe des données, 13,5 % seulement du budget de l'éducation allaient à l'enseignement supérieur, soit 0,3 % du PIB (figure 21.3).

En dépit des faibles niveaux de financement, les inscriptions aux études de licence et de master sont passées de 1,45 million à 1,84 million entre 2009 et 2012, avec une progression marquée des disciplines scientifiques et technologiques. La hausse la plus spectaculaire a été observée en ingénierie (+ 68 %) : les inscriptions aux programmes de doctorat ont presque triplé entre 2009 et 2012 (tableau 21.2). Cette situation est de bon augure pour la stratégie d'industrialisation et de diversification économique mise en place par le gouvernement. Quasiment 20 % des étudiants sont inscrits à un programme de master, l'un des taux les plus élevés d'Asie, mais seulement 0,4 % à des programmes de doctorat (figure 27.5).

4. Voir www.ebook.gov.bd.

Les TIC au cœur des politiques d'éducation

Après plusieurs tentatives infructueuses, la première *Politique nationale sur l'éducation* a été officiellement adoptée en 2010. Elle définit les principales stratégies suivantes : faire suivre à tous les enfants une année de préscolarisation avant le cycle primaire ; rallonger de trois ans la durée de l'école primaire obligatoire d'ici 2018 ; élargir la formation et les programmes scolaires professionnels/techniques ; veiller à ce que tous les élèves sachent se servir des TIC à la fin de l'école primaire ; et adapter les programmes de l'enseignement supérieur aux normes internationales.

La *Politique nationale sur l'éducation* et la *Politique nationale en matière d'information et de communication* (2009) soulignent l'importance des TIC dans l'enseignement. Ainsi, la première en fait une matière obligatoire des programmes de formation professionnelle et technique. Les universités seront équipées d'ordinateurs et dotées de programmes d'enseignement pertinents. Des établissements de formation aux TIC seront mis en place pour les enseignants.

Le *Plan-cadre pour les TIC dans l'éducation 2012-2021* prévoit de généraliser l'utilisation des TIC dans l'enseignement. En 2013, les TIC sont devenues une matière obligatoire pour les élèves du secondaire supérieur ayant l'intention de se présenter aux examens nationaux en 2015. Selon le Bureau bangladais d'information et de statistique sur l'éducation, la part des établissements secondaires dotés de matériel informatique est passée de 59 à 79 % entre 2010 et 2013 et le pourcentage de ceux équipés d'une connexion Internet a grimpé en flèche (de 18 à 63 %).

La science et les TIC au service d'une ambition : devenir un pays à revenu intermédiaire d'ici 2021

Finalisé en 2012, le *Plan prospectif du Bangladesh à l'horizon 2021* met en œuvre *Vision 2021*, la feuille de route nationale qui vise à atteindre le statut de pays à revenu intermédiaire d'ici 2021. L'amélioration de la qualité de l'enseignement, notamment des matières scientifiques et technologiques, constitue l'un de ses axes. Les programmes seront mis à niveau et l'enseignement des mathématiques, des sciences et de l'informatique sera encouragé. « Notre vision de la société à l'horizon 2021 s'articule autour d'une culture de l'innovation », observe le *Plan*, qui compte y parvenir grâce à « un système d'enseignement solide de la maternelle à l'université et à l'application de la recherche et de la STI ». L'innovation sera encouragée dans le système éducatif et le milieu professionnel. De vastes efforts seront entrepris pour développer l'informatique grâce au programme Digital Bangladesh, l'un des piliers de *Vision 2021*, afin de développer la « créativité » de la population (Commission de planification, 2012).

Pour insuffler l'élan nécessaire à la réalisation de Digital Bangladesh d'ici 2021, le Ministère de la science et des technologies de l'information et de la communication a été scindé en deux. Dans sa stratégie à moyen terme 2013-2017, le nouveau Ministère des technologies de l'information et de la communication évoque la création d'un parc dédié à la haute technologie, d'un village de l'informatique et d'un parc consacré à la conception de logiciels. À cette fin, le Parlement a voté en 2010 une loi portant création de l'Autorité de la haute technologie du Bangladesh. Le ministère est en train de réviser la *Politique nationale en matière d'information et de communication* (2009) et la loi sur les droits d'auteur (2000) afin de protéger les droits des concepteurs de logiciels locaux.

La première *Politique scientifique et technologique* du pays a été adoptée en 1986. Révisée en 2009 et 2011, elle est à nouveau en cours d'examen afin de vérifier qu'elle contribue efficacement à la réalisation des objectifs de *Vision 2021* (Hossain *et al.*, 2012). Les principaux objectifs de *Vision 2021* comprennent entre autres (Commission de planification, 2012) :

- Instaurer davantage d'instituts d'enseignement supérieur scientifique et technologique ;
- Dépasser « de manière significative » le ratio actuel DIRD/PIB de 0,6 % ;
- Hausser la productivité de tous les secteurs économiques, y compris des micro-entreprises et des petites et moyennes entreprises (PME) ;

Encadré 21.3 : Un enseignement supérieur de qualité au Bangladesh

Le Projet d'amélioration de la qualité de l'enseignement supérieur (2009–2018) financé par la Banque mondiale, qui vise à renforcer la qualité et la pertinence de l'enseignement et de la recherche au Bangladesh, encourage l'innovation et la responsabilité au sein des universités et renforce les capacités techniques et institutionnelles du secteur de l'enseignement supérieur.

L'examen à mi-parcours du projet a constaté des progrès satisfaisants en 2014 : 30 universités publiques et privées ont rejoint le Réseau bangladais de la recherche et de l'éducation et des projets de recherche universitaire déjà financés se sont vu allouer un financement permanent sur la base des résultats obtenus.

Ce projet est soutenu par un mécanisme de financement concurrentiel baptisé Fonds pour l'innovation universitaire. Doté de critères de sélection clairs, celui-ci alloue les ressources par le biais de quatre volets de financement concurrentiel : amélioration de l'enseignement et de la formation et renforcement des capacités de recherche, innovation à l'échelle des universités, dont création d'un Bureau national pour le transfert des technologies, et recherche collaborative avec l'industrie. En 2014, 135 sous-projets ont bénéficié de ses subventions. Les projets antérieurs ont également enregistré des progrès satisfaisants.

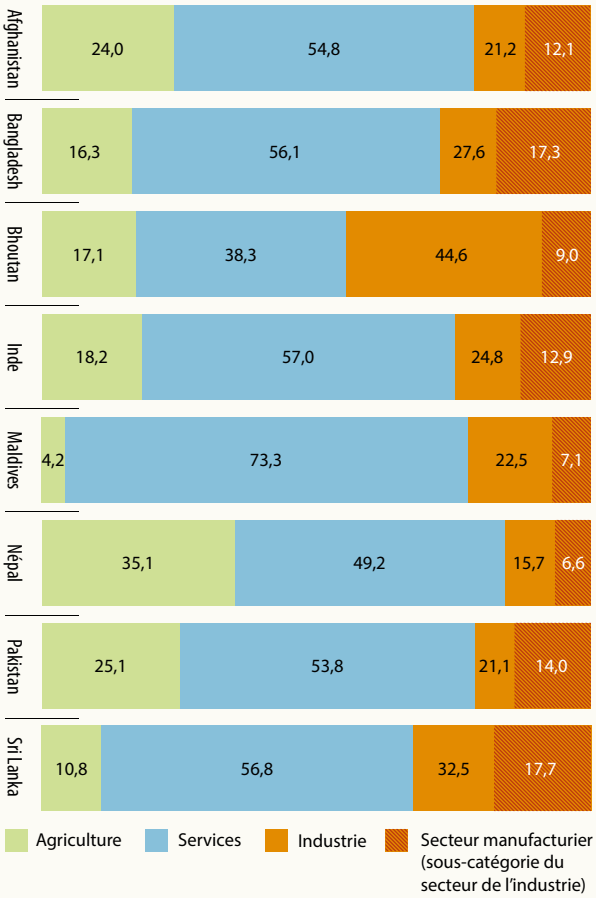
Source : Banque mondiale.

- Créer un Office national pour le transfert des technologies (encadré 21.3) ;
- Atteindre l'autosuffisance en matière de production alimentaire ;
- Faire passer la proportion de travailleurs agricoles de 48 à 30 % de la main-d'œuvre ;
- Élever la contribution des activités manufacturières à environ 27 % du PIB et celle des autres secteurs à environ 37 % du PIB (figure 21.10) ;
- Rendre l'enseignement des TIC obligatoire dans le secondaire d'ici 2013 et dans le primaire d'ici 2021 ;
- Faire passer la télédensité à 70 % en 2015 et à 90 % en 2020.

Le Ministère de la science et de la technologie décrit sa mission actuelle en ces termes :

- Élargir l'utilisation pacifique de l'énergie nucléaire avec la construction d'une centrale nucléaire et l'établissement de centres de médecine nucléaire ;
- Encourager la recherche biotechnologique et former le personnel requis ;
- Développer grâce à la R&D des technologies écologiques et durables au profit des populations pauvres telles que élimination de l'arsenic présent dans l'eau, énergies renouvelables et cuisinières économes en énergie ;
- Mettre en place une infrastructure de recherche océanographique en vue d'exploiter les vastes ressources de la baie du Bengale ;
- Permettre au Centre de documentation scientifique de fournir des données scientifiques, technologiques et industrielles aux responsables de l'élaboration des politiques et aux décideurs ;

Figure 21.10 : **PIB par secteur économique en Asie du Sud, 2013**



Source : Banque mondiale, Indicateurs du développement dans le monde, avril 2015.

Encadré 21.4 : **Au Bangladesh, la technologie agricole augmentera la productivité**

Le *Plan prospectif du Bangladesh à l'horizon 2021* observe que « des cultures résistantes aux inondations sont indispensables dans un pays où les crues sont endémiques, où les terres arables sont rares et où la population augmente rapidement » (1,2 % de croissance annuelle en 2014). Il reconnaît également que le Bangladesh ne pourra devenir un pays à revenu intermédiaire d'ici 2021 que si l'expansion de l'industrie va de pair avec des gains de productivité agricole.

Le Projet national sur la technologie agricole financé par la Banque mondiale (2008–2014) compte sur la recherche et le transfert de technologies pour accroître les rendements. La Banque mondiale a financé les bourses de recherche attribuées par la Fondation Krishi Gobeshana (Fondation pour la recherche agricole) créée en 2007 sous le parrainage du gouvernement. Certains de ces projets de recherche ont développé des génotypes d'épices, de riz et de tomates qui seront généralisés par le Conseil national des semences. La recherche s'est axée sur la promotion d'une agriculture intelligente face au climat et d'approches culturales agroécologiques dans les écosystèmes soumis à des conditions difficiles tels que les plaines inondables et les sols salins. En 2014, le Projet avait obtenu les résultats suivants :

- 47 nouvelles technologies avaient fait l'objet de démonstrations et été adoptées par 1,31 million d'agriculteurs ;
- 200 projets de recherche appliquée avaient été financés ;
- des bourses d'études avaient été accordées à 108 scientifiques des deux sexes afin qu'ils puissent intégrer une formation supérieure agricole ;
- 732 centres d'information et de conseils aux agriculteurs avaient été créés ;
- 400 000 agriculteurs avaient été mobilisés au sein de plus de 20 000 groupes d'intérêt commun liés aux marchés ;
- 34 technologies postrécolte et pratiques de gestion améliorées avaient été adoptées par plus de 16 000 agriculteurs.

Source : Banque mondiale ; Commission de planification (2012).

- Inculquer une attitude favorable à la science au grand public et susciter son intérêt pour l'astronomie par le biais d'activités ludiques.

Restructuration de l'industrie

En dépit de la prépondérance de l'agriculture dans l'économie du Bangladesh (16 % du PIB en 2013), la part de l'industrie lui est supérieure (28 % du PIB), en grande partie grâce aux activités manufacturières (figure 21.10). La *Politique industrielle nationale* (2010) prévoit de développer les secteurs à forte densité de main-d'œuvre. D'ici 2021, la proportion de personnes travaillant dans l'industrie devrait doubler pour atteindre 25 %. La politique recense 32 secteurs présentant un potentiel de forte croissance, notamment des branches d'activité exportatrices existantes telles que le prêt-à-porter, ou émergentes, telles que les produits pharmaceutiques et les PME.

La *Politique industrielle nationale* recommande également la création de zones économiques supplémentaires, de parcs industriels et dédiés à la haute technologie, ainsi que de zones privées de transformation des exportations afin d'accélérer le développement industriel. Entre 2010 et 2013, la production industrielle est déjà passée de 7,6 à 9,0 %. Les exportations demeurent très tributaires du secteur du prêt-à-porter (68 % du total des exportations en 2011-2012), mais d'autres secteurs émergents gagnent du terrain comme la construction navale et les sciences de la vie. Cette politique d'industrialisation est conforme aux directives du sixième *Plan quinquennal* en vigueur (2011-2015) qui considère l'industrialisation comme un vecteur de réduction de la pauvreté et d'accélération de la croissance économique.

Trois mois après la tragédie, en avril 2013, du Rana Plaza, un immeuble de plusieurs étages dont l'effondrement a coûté la vie à plus de 1 100 employés du secteur du prêt-à-porter (majoritairement des femmes), l'Organisation internationale du Travail, la Commission européenne et les gouvernements du Bangladesh et des États-Unis ont signé un Pacte sur la durabilité. Cet accord vise à améliorer les conditions de travail, de santé et de sécurité des ouvriers et à inciter les entreprises du prêt-à-porter bangladaises à adopter un comportement responsable.

Le gouvernement a depuis amendé la loi sur le travail. Les amendements comprennent l'adoption d'une politique nationale sur la sécurité et la santé au travail et de normes pour les inspections de sécurité, ainsi que le renforcement des lois appuyant la liberté de réunion et d'association, les négociations collectives et la santé et la sécurité sur le lieu de travail. Des inspections de sécurité ont eu lieu dans des usines de prêt-à-porter exportatrices et les budgets des services publics d'inspection ont été augmentés. Les résultats des inspections sont rendus publics. Pour sa part, le secteur privé a mis en place un *Accord sur la sécurité des usines et des bâtiments au Bangladesh* et une *Alliance pour la sécurité des travailleurs bangladais* afin de faciliter les inspections d'usines et d'améliorer les conditions de travail.

Mauvaise qualité de l'infrastructure : un frein pour les investisseurs

Selon le *Rapport sur l'investissement dans le monde 2014*, le Bangladesh a fait partie des cinq pays d'Asie du Sud ayant reçu le plus d'IDE en 2012 et 2013. Les flux d'IDE entrants nets ont presque doublé : 1 501 millions de dollars des États-Unis en 2013 contre 861 millions en 2010. Bien que faibles, les flux d'IDE sortants sont néanmoins passés de 98 millions de dollars des États-Unis à 130 millions sur la même période.

Cependant, l'*Examen de la politique d'investissement* du Bangladesh mené en 2013 par la CNUCED observait que l'analyse des flux d'IDE entrants par rapport au nombre d'habitants et à leur pourcentage du PIB montrait qu'ils étaient systématiquement plus faibles au Bangladesh que dans des pays plus peuplés tels que l'Inde et la Chine. En 2012, le stock d'IDE du Bangladesh a même été inférieur à celui de pays de plus petite taille comme le Cambodge et l'Ouganda. L'*Examen de la politique d'investissement* a révélé que les IDE jouaient un rôle essentiel dans la téléphonie mobile, substantiel dans la production d'électricité et catalytique (mais non prédominant) dans le prêt-à-porter. Il a également révélé que la mauvaise qualité des infrastructures constituait un obstacle majeur pour les investisseurs potentiels et estime que l'amélioration desdites infrastructures et du cadre réglementaire encouragerait un investissement durable par le biais des IDE.

BHOUTAN



Bonheur et évolution de la société

L'approche du Royaume du Bhoutan concernant les différents volets du développement national s'articule autour du principe global de « bonheur national brut ». Ce concept est au cœur de *Bhoutan 2020 : une vision pour la paix, la prospérité et le bonheur*, la stratégie de développement du pays depuis 1999. *Bhoutan 2020* fixe cinq objectifs de développement principaux : développement humain, culture et patrimoine, développement équilibré et durable, gouvernance, protection de l'environnement.

Le Bhoutan se classe troisième en Asie du Sud en termes de revenu de la population, derrière les Maldives et Sri Lanka. Le PIB par habitant a augmenté régulièrement entre 2010 et 2013 (figure 21.1). Au cours des 10 dernières années, l'économie traditionnelle principalement agricole du pays s'est industrialisée (figure 21.10). Le rôle de l'agriculture a décliné parallèlement à l'augmentation de la contribution d'autres secteurs.

Les Bhoutanaises ont toujours occupé une position relativement élevée dans la société. Elles tendent à jouir de droits de propriété plus conséquents que dans les autres pays d'Asie du Sud. Dans certaines régions, les femmes héritent des biens de préférence aux hommes. Le développement industriel des 10 dernières années semble avoir exercé un impact négatif sur la place traditionnelle des femmes dans la société et leur présence dans la main-d'œuvre. L'écart entre les sexes en termes d'emploi, qui se comblait depuis 2010, a recommencé à se creuser en 2013 : la population salariée comptait 72 % d'hommes pour 59 % de femmes, selon le *Rapport de l'enquête nationale sur la main-d'œuvre (2013)*. Le taux de chômage demeure néanmoins faible (à peine 2,1 % de la population en 2012).

Priorité à l'économie verte et l'informatique

Jusqu'ici le secteur privé du Bhoutan jouait un rôle limité dans l'économie. Le gouvernement prévoit de remédier à cette situation notamment en menant une réforme stratégique et

institutionnelle visant à améliorer le climat de l'investissement et en développant le secteur de l'informatique. En 2010, il a révisé sa *Politique en matière d'investissement direct étranger* (qui datait de 2002) pour l'aligner sur la *Politique de développement économique* adoptée la même année.

La *Politique en matière d'investissement direct étranger* (2010) définit plusieurs cibles prioritaires :

- Mise en place d'une économie verte et durable ;
- Promotion d'activités économiques socialement responsables et écologiquement saines ;
- Promotion d'activités économiques ouvertes à la culture et la spiritualité ;
- Investissement dans des services propres à développer la notoriété de la marque Bhoutan ;
- Création d'une société du savoir.

Elle désigne plusieurs secteurs et sous-secteurs dans lesquels l'investissement est prioritaire et justifie une approbation rapide :

- *Production agricole* : agriculture biologique, biotechnologie, transformation des produits agricoles, alimentation diététique ;
- *Énergie* : hydroélectricité, énergie solaire et éolienne ;
- *Industrie manufacturière* : électronique, électricité, matériel informatique et matériaux de construction.

En 2010, le gouvernement a publié sa *Politique en matière de télécommunications et de large bande*, qui annonce l'adoption d'un *Plan de développement des ressources humaines* visant à faciliter l'essor du secteur des TIC. Cette politique prévoit également une collaboration avec les universités afin d'aligner les programmes sur les besoins du secteur de l'informatique. Sa révision, publiée en 2014, a été rendue nécessaire par le dynamisme de ce secteur en rapide évolution.

Premier parc informatique bhoutanais

Le Projet de développement du secteur privé (2007-2013) financé par la Banque mondiale contribue également au développement de l'industrie informatique. Il comporte trois axes : encourager la création d'entreprises de services informatiques, renforcer les compétences requises et améliorer l'accès au financement.

Il est à l'origine du premier parc informatique bhoutanais, le technoparc de Thimphou, qui a ouvert ses portes en mai 2012. Il s'agit d'un partenariat public-privé sans précédent pour le développement d'une infrastructure au Bhoutan. Le Centre bhoutanais d'innovation et de technologie, qui abrite le premier incubateur d'entreprises du pays, a depuis intégré le technoparc de Thimphou[5].

L'industrialisation trahit l'inadéquation des compétences

L'analphabétisme constitue un problème de longue date au Bhoutan. En 2010, 53,6 % de la main-d'œuvre était analphabète, dont 55 % de femmes. En dépit d'un recul à 46 % en 2013, l'analphabétisme demeure extrêmement élevé dans l'ensemble. De plus, seuls 3 % des employés sont titulaires d'un diplôme universitaire.

En 2012, la part des ouvriers qualifiés dans la main-d'œuvre était de 62 % dans les secteurs de l'agriculture et de la pêche contre seulement 5 % dans l'industrie manufacturière et 2 % dans l'extraction minière et les carrières. Naturellement tourné vers l'auto-entreprise, le secteur agricole présente un potentiel de développement de produits à valeur ajoutée et de diversification économique encore inexploité. Une formation et un enseignement professionnel adaptés seront nécessaires pour accompagner le développement industriel du pays.

Le onzième *Plan quinquennal* (2013–2018) du gouvernement bhoutanais reconnaît la pénurie actuelle de compétences dans les professions très spécialisées ainsi que l'écart entre les programmes d'enseignement et les compétences requises par l'industrie. Il met également en lumière le problème posé par l'insuffisance des ressources qui entrave le développement de l'infrastructure scolaire, et le faible intérêt pour la profession d'enseignant : près de 1 enseignant sur 10 (9 %) venait de l'étranger en 2010. Ce pourcentage était néanmoins descendu à 5 % en 2014.

Contrairement à d'autres pays d'Asie du Sud, l'inégalité entre les sexes ne constitue pas un problème majeur dans le système éducatif bhoutanais. Dans l'enseignement primaire, le nombre de filles est même supérieur à celui des garçons dans de nombreuses zones urbaines. En 2014, le taux d'inscription net dans le primaire a atteint 95 % grâce à la mise en place d'un système scolaire laïque qui a permis à des élèves vivant dans des régions isolées d'accéder à l'éducation. Le gouvernement veut également recourir aux TIC pour améliorer la qualité de l'enseignement (encadré 21.5).

5. Voir www.thimphutechpark.com/bitc.

Encadré 21.5 : Les TIC au service de l'enseignement collaboratif au Bhoutan

Lancé en mars 2014, le projet d'écoles virtuelles est une initiative commune du Ministère de l'éducation, de Bhutan Telecom Limited, d'Ericsson et du gouvernement indien. Il vise à dispenser aux enfants un enseignement de qualité grâce aux réseaux mobiles, à l'informatique dans le nuage, etc. Pour permettre la formation et l'enseignement collaboratifs, un réseau a été créé qui relie les écoles du pays entre elles et au reste du monde.

Six établissements participent à la première phase pilote d'un an du projet : deux à Thimphou, un à Punakha, un à Wangduephodrang, un à P/Ling et un autre à Samtse.

Source : Compilé par les auteurs.

Bien que 99 % des enfants aient accédé à l'enseignement secondaire en 2014, les trois quarts ont abandonné par la suite (73 %). Le *Rapport statistique annuel sur l'éducation* (2014) émet l'hypothèse qu'un grand nombre d'entre eux ont pu opter pour une formation professionnelle à ce stade de leur éducation. La *Politique nationale de développement des ressources humaines* (2010) a annoncé l'introduction d'un enseignement professionnel dans les écoles pour les enfants de 11 à 16 ans et la mise en place de partenariats public-privé pour améliorer la qualité de la formation dans les instituts professionnels et techniques.

Proposition de création d'un conseil national chargé d'encadrer la recherche

La *Politique en matière d'enseignement supérieur* (2010) a pour objectif de faire passer le nombre des inscriptions universitaires des jeunes âgés de 19 ans de 19 à 33 % d'ici 2017. Elle a mentionné la nécessité de mettre en place des mécanismes de mesure du niveau d'activité de la recherche au Bhoutan et recommandé l'exécution d'une première étude exploratoire. Elle a identifié les obstacles à la recherche suivants :

- Il faut définir des priorités nationales pour la recherche et établir un système permettant de déterminer s'il convient de mettre en place une stratégie de ce type. Différentes organisations mènent des activités de recherche mais sans consensus ni compréhension des priorités nationales ;
- Il faut encourager la recherche grâce au financement, à une orientation, à des plans de carrière et à l'accès aux autres réseaux de chercheurs. Il est également impératif de faciliter les liens entre les centres de recherche, le gouvernement et l'industrie. Le financement pourrait être de deux ordres : fonds d'amorçage pour développer une culture de la recherche et fonds plus substantiels au profit de la recherche axée sur la résolution des problèmes rencontrés par le pays ;
- La recherche a besoin de laboratoires et de bibliothèques et bases des données proposant des informations à jour. À l'heure actuelle, aucune organisation gouvernementale n'a été mandatée pour superviser l'interaction entre tous les acteurs du système de recherche et d'innovation.

Pour surmonter ces carences, la politique prévoyait la création d'un Conseil national de la recherche et de l'innovation. Il n'avait toujours pas vu le jour en 2015.

NÉPAL



Croissance modérée, recul de la pauvreté

Bien que la transition politique entamée en 2006, à la fin de la guerre civile, traîne en longueur, le Népal a enregistré un taux de croissance modéré (4,5 % en moyenne entre 2008 et 2013 contre 5,8 % en moyenne dans les pays à faible revenu). Sa faible présence sur les marchés internationaux l'a protégé de la crise financière mondiale de 2008-2009. La part des exportations de biens et de services dans son PIB est néanmoins passée de 23 à 11 % entre 2000 et 2013. Contrairement à ce que l'on pourrait attendre d'un pays à ce stade de développement, la part de l'industrie manufacturière a également légèrement décru entre 2008 et 2013 (6,6 % du PIB) [figure 21.10].

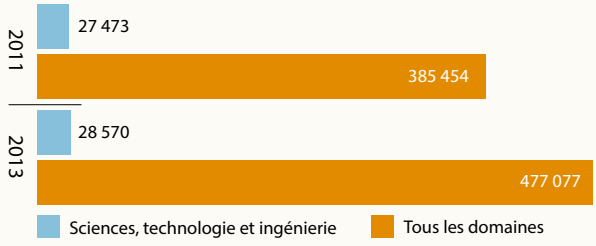
Le pays est en bonne voie d'atteindre plusieurs OMD, notamment ceux en rapport avec l'éradication de l'extrême pauvreté et de la faim, la santé, l'eau et l'assainissement (BAD, 2013). En revanche la réalisation des OMD relatifs à l'emploi, à l'alphabétisation des adultes, à l'enseignement supérieur ou à la parité entre les sexes dans le monde du travail, davantage liés à la science et à la technologie, nécessitera encore beaucoup d'efforts. Le Népal possède des avantages notables, notamment le montant élevé des fonds envoyés par ses ressortissants expatriés (20,2 % du PIB entre 2005 et 2012) et sa proximité avec des marchés émergents à forte croissance comme la Chine et l'Inde. Il lui manque toutefois une stratégie de croissance pour exploiter ces points positifs et accélérer son développement. Le document « *Point sur la situation macroéconomique du Népal* » publié par la Banque asiatique de développement en février 2015 considérait l'insuffisance de l'investissement du secteur privé dans la R&D et l'innovation comme un obstacle majeur à l'acquisition de capacités et à la compétitivité.

Le gouvernement est conscient de ce problème. Depuis 1996, le Népal est doté d'un Ministère de la science et de la technologie, également chargé de l'environnement depuis 2005. C'est en partie pour cette raison que les modestes efforts du pays en matière de science et de technologie sont majoritairement axés sur les questions environnementales, ce que justifie la grande vulnérabilité du Népal aux catastrophes naturelles et aux risques climatiques. Le *Plan triennal* en vigueur (2014-2016) définit plusieurs axes prioritaires, lesquels sont pertinents pour les politiques et la production scientifiques et technologiques (BAD, 2013, encadré 1) :

- Élargissement de l'accès à l'énergie, avec notamment un programme d'électrification rurale basé sur des sources renouvelables (solaire, éolien et hybride) et des petites centrales hydroélectriques installées sur les cours d'eau ;
- Hausse de la productivité agricole ;
- Adaptation et atténuation des changements climatiques.

La réalisation de ces objectifs parallèlement à la résolution globale des problèmes de compétitivité et de croissance du Népal dépendra pour une grande part de l'adoption de technologies propres et écologiques. L'absorption réussie de ces technologies dépendra à son tour du bon développement des capacités et des ressources humaines locales dont a besoin la S&T.

Figure 21.11 : **Nombre d'étudiants inscrits dans l'enseignement supérieur au Népal, 2011 et 2013**



Source : Institut de statistique de l'UNESCO, juin 2015.

Trois nouvelles universités en 2010

Le *Rapport de l'UNESCO sur la science 2010* attribuait l'absence de développement des capacités de S&T au peu d'attention accordé à l'enseignement des sciences fondamentales au profit de disciplines appliquées tels que l'ingénierie, la médecine, l'agriculture et la sylviculture. La plus ancienne université du Népal, l'Université Tribhuvan (1959) a été rejointe par huit autres institutions d'enseignement supérieur, dont les trois dernières ont ouvert leurs portes en 2010 : l'Université Mid-Western à Birendranagar, l'Université Far-western à Kanchanpur et l'Université népalaise d'agriculture et de foresterie de Rampur, dans le district de Chitwan.

En dépit de ce renfort, les statistiques officielles montrent que le nombre d'étudiants dans les disciplines scientifiques et techniques ne progresse pas aussi rapidement que le nombre global d'inscriptions aux études de troisième cycle. Les étudiants en science et en ingénierie représentaient 7,1 % des inscrits en 2011, mais 6,0 % seulement deux ans plus tard (figure 21.11).

Trouver l'équilibre entre sciences fondamentales et appliquées

Un pays à faible revenu comme le Népal a de bonnes raisons de se concentrer sur la recherche appliquée, à condition de disposer d'une connectivité lui permettant d'exploiter les connaissances en sciences fondamentales générées ailleurs. Dans le même temps, le renforcement de ses capacités en sciences fondamentales l'aiderait à absorber et à appliquer les connaissances et les inventions venues de l'étranger. Il est difficile d'équilibrer avec précision les priorités stratégiques en ce domaine en l'absence d'un examen plus approfondi des contraintes et des possibilités du Népal en matière d'innovation. En outre, alors que le *Rapport de l'UNESCO sur la science 2010* et des études nationales (telles que celle de l'Académie népalaise des sciences et de la technologie, 2010) plaidaient en faveur du développement de la recherche fondamentale, des déclarations de politique récentes accordent la priorité à l'enseignement des sciences appliquées et de la technologie plutôt que de la science pure. C'est le cas, par exemple, des objectifs du futur Centre de recherche sur les nanotechnologies (gouvernement du Népal, 2013a).

La R&D du Népal fait un bond en avant

Le *Rapport de l'UNESCO sur la science 2010* soulignait également le faible niveau d'investissement du secteur privé dans la R&D. Cinq ans plus tard, le Népal ne mesure toujours pas l'effort des entreprises dans ce domaine. Cependant, des statistiques officielles montrent une augmentation du budget de l'État en faveur de la R&D depuis 2008. Son passage de 0,05 à 0,30 % du PIB en 2010 constitue un effort supérieur à celui de pays relativement plus riches tels que le Pakistan et Sri Lanka. Compte tenu du fait qu'en 2010, 25 % des chercheurs (en personnes physiques) travaillaient dans le secteur des entreprises, dans l'enseignement supérieur ou dans des organisations à but non lucratif, les DIRD totales du Népal sont probablement plus proches de 0,5 % du PIB. De fait, les données indiquent également une hausse de 71 %[6] du nombre de chercheurs entre 2002 et 2010 (5 123 soit 191 par million d'habitants), ainsi que la multiplication par deux des techniciens sur la même période (figure 21.7).

Favoriser le retour de la diaspora

Le *Rapport de l'UNESCO sur la science 2010* notait le faible nombre de doctorants au Népal et le niveau modeste de la production scientifique nationale. En 2013, 14 diplômes de doctorat seulement ont été décernés dans le pays.

Dans le même temps, le nombre de Népalais effectuant des études de troisième cycle à l'étranger était relativement élevé (29 184 en 2012). Cette même année, ils constituaient la huitième population estudiantine étrangère en sciences sociales et en ingénierie aux États-Unis[7] et la sixième au Japon, selon les *Indicateurs de la science et de l'ingénierie 2014* de la Fondation nationale pour la science. Entre 2007 et 2013, 569 ressortissants népalais ont obtenu un doctorat aux États-Unis. Il existe aussi d'importantes communautés de doctorants népalais en Australie, en Inde, au Royaume-Uni et en Finlande[8]. Le Népal pourra profiter du talent de ces expatriés pour développer son potentiel en matière de S&T, moyennant des circonstances et une dynamique qui les incitent à rentrer dans leur pays natal.

Des plans ambitieux à l'horizon 2016

Le gouvernement népalais est convaincu que la période du *Douzième plan triennal* (2010-2013) a été décisive. Elle a été marquée par l'introduction des tests d'ADN dans le pays, la création d'un musée des sciences, le développement de la police scientifique, la consolidation des laboratoires de recherche et le lancement d'études supérieures en trois cycles (gouvernement du Népal, 2013b). Le gouvernement affirme également avoir limité la fuite des cerveaux.

Deux projets de réduction des risques de catastrophe ont été mis en œuvre dans le cadre du dispositif RIMES (Dispositif régional intégré d'alerte rapide multirisques pour l'Afrique et l'Asie). Le premier portait sur l'élaboration d'un système de prévision des crues au Népal (2009-2011) et le second sur l'extension de la gestion des risques climatiques grâce à une assistance technique. Comme les événements l'ont cruellement rappelé en avril 2015, le Népal ne possède pas, pour les séismes, de système d'alerte précoce qui aurait pu avertir la population environ 20 secondes avant la catastrophe. Par ailleurs, le nombre de victimes des récentes crues, en dépit de l'existence d'un système d'alerte, indique la nécessité de recourir à une solution plus intégrée.

Le *Treizième plan triennal* (2013-2016) va plus loin et formule des objectifs spécifiques pour renforcer la contribution de la science et de la technologie au développement économique :

- Contenir et inverser l'exode des scientifiques et des techniciens ;
- Encourager la création d'unités de R&D dans les différents secteurs d'activité ;
- Mettre les technologies nucléaires, spatiales, biologiques et autres, au service du développement ;
- Renforcer les capacités en biologie, chimie et nanotechnologies, notamment pour tirer parti de la riche biodiversité du Népal ;

6. En dépit de l'interruption des données entre 2002 et 2010.

7. Après la Chine, la République de Corée, l'Arabie saoudite, l'Inde, le Canada, le Viet Nam et la Malaisie

8. www.uis.unesco.org/Education/Pages/international-student-flow-viz.aspx

- Atténuer les effets des catastrophes naturelles et des changements climatiques grâce à des systèmes d'alerte précoce et d'autres mécanismes recourant, entre autres, aux technologies spatiales.

Dans ce contexte, le Ministère de la science, de la technologie et de l'environnement envisage de créer quatre centres technologiques dans un proche avenir : un Centre national de technologie nucléaire, un Centre national de biotechnologie, un Centre national de technologie spatiale et un Centre national de nanotechnologie. Certains de ces champs d'investigation, tels que l'utilisation de technologies spatiales pour étudier l'environnement, surveiller les risques de catastrophe ou prévoir les conditions météorologiques, présentent une pertinence évidente pour le développement durable du Népal. Le gouvernement népalais devrait expliquer plus en détail la raison d'être et le contexte d'autres initiatives telles que ses plans relatifs au développement de la technologie nucléaire.

PAKISTAN

Augmentation planifiée des dépenses au profit de l'enseignement supérieur



Depuis 2010, l'économie pakistanaise traverse une certaine dépression due à l'insécurité et aux luttes intestines pour le pouvoir qui continuent de sévir. Plus de 55 000 civils et militaires ont péri dans les centaines d'attaques terroristes de plus ou moins grande envergure qui ont frappé les grands centres urbains depuis 2003[9]. Entre 2010 et 2013, le taux de croissance annuel du Pakistan s'est élevé à 3,1 % en moyenne contre 7,2 % pour l'Inde et 6,1 % pour le Bangladesh. La chute systématique des niveaux d'investissement témoigne de l'impact économique de l'insécurité : les flux d'IDE entrants représentaient 2,0 % du PIB en 2005, mais plus que 0,6 % en 2013. De plus, les recettes fiscales, calculées par la Banque mondiale à 11,1 % du PIB en 2013, l'un des taux les plus faibles de la région, freinent la capacité du gouvernement à investir dans le développement humain.

Au cours de l'exercice 2013-2014, les dépenses du gouvernement dans l'éducation n'ont représenté que 1,9 % du PIB, dont 0,21 % pour l'enseignement supérieur. Depuis 2008, où elles avaient culminé à 2,75 % du PIB, les dépenses d'éducation ont systématiquement diminué d'année en année. Dans le cadre des efforts du Pakistan pour créer une économie du savoir, *Vision 2025* (2014) a fixé trois objectifs : réaliser la scolarisation primaire universelle, faire passer le nombre d'inscriptions dans les universités de 7 à 12 % du groupe d'âge concerné, et le nombre annuel de nouveaux doctorats de 7 000 à 25 000 au cours des 10 prochaines années. Afin d'atteindre ces objectifs, le gouvernement a proposé de consacrer au moins 1 % du PIB à l'enseignement supérieur d'ici 2018 (Commission de planification, 2014).

Élaboré par le Ministère de la planification, du développement et des réformes et approuvé par le Conseil économique national en mai 2014, *Vision 2025* s'articule autour de sept piliers dans l'optique d'accélérer le rythme de la croissance économique, notamment grâce à la création d'une économie du savoir :

- Priorité aux personnes : développer le capital humain et social ;
- Croissance durable, locale et inclusive ;
- Gouvernance, réforme institutionnelle et modernisation du secteur public ;
- Énergie, eau et sécurité alimentaire ;
- Croissance et entrepreneuriat pilotés par le secteur privé ;
- Développement d'une économie du savoir concurrentielle grâce à la création d'une valeur ajoutée ;
- Modernisation de l'infrastructure des transports et amélioration de la connectivité régionale.

Les premier et sixième piliers concernent directement la STI, alors que la compétitivité globale du pays à l'international dépendra de l'innovation dans certains secteurs concurrentiels. Par ailleurs, les projets d'infrastructure pilotés par le gouvernement en cours de planification dans le cadre de cette vision comprennent la construction d'une autoroute entre Lahore et Karachi, la rocade nord de Peshawar, l'aéroport de Gawadar et la zone franche de Gawadar.

Le gouvernement prévoit de réviser les choix énergétiques actuels afin de mettre un terme aux coupures d'électricité. Environ 70 % des centrales fonctionnent au fioul, qui est onéreux et doit être importé. Le gouvernement envisage de convertir ces installations en centrales à charbon et investit dans plusieurs projets d'énergies renouvelables, lesquelles constituent l'une des priorités de *Vision 2025*.

L'énergie est l'un des axes du projet de couloir économique entre le Pakistan et la Chine. Lors de la visite au Pakistan du Président chinois en avril 2015, 51 protocoles d'accord ont été signés entre les deux gouvernements pour un total de 28 milliards de dollars des États-Unis, principalement sous forme de prêts. Les principaux projets de ce programme portent sur les domaines suivants : centrales électriques à charbon propre, hydroélectricité et énergie éolienne, laboratoire de biotechnologie commun consacré au coton géré par les ministères de la science et de la technologie des deux pays, transports en commun urbains et partenariat dans de nombreux domaines entre l'Université nationale des langues modernes d'Islamabad et l'École normale du Xinjiang à Ürümqi. Le programme tire son nom du couloir qui reliera le port pakistanais de Gwadar sur la mer d'Oman à Kashgar, ville de l'ouest de la Chine située à proximité de la frontière pakistanaise, et comprendra la construction de routes, de voies ferrées et d'oléoducs.

En janvier 2015, le gouvernement a annoncé deux politiques visant à faciliter le déploiement de panneaux solaires sur le territoire national, notamment la suppression des taxes frappant leur importation et leur commercialisation. Après l'introduction de ces taxes en 2013, le volume des importations de panneaux solaires était passé de 350 à 128 MW. La seconde

9. Selon le Portail du terrorisme en Asie du Sud, un projet de l'Institut pour la gestion des conflits, voir www.satp.org/satporgtp/icm/index.html.

politique permettra à la Banque d'État du Pakistan et au Conseil de développement des nouvelles énergies d'autoriser les propriétaires à contracter un crédit immobilier pour financer la pose de panneaux solaires à hauteur de 5 millions de roupies (environ 50 000 dollars É.-U.) à des taux d'intérêt relativement faibles (Clover, 2015).

Première politique pakistanaise de STI

Dans tous les pays, la réussite du secteur des STI repose principalement sur les systèmes institutionnels et stratégiques responsables de la gestion des politiques publiques afférentes. Le Ministère fédéral de la science et de la technologie supervise le secteur de la S&T depuis 1972. Mais ce n'est qu'en 2012 qu'a été formulée la première *Politique nationale en matière de science, de technologie et d'innovation* du Pakistan. C'était également la première fois que le gouvernement reconnaissait formellement l'innovation comme un vecteur de croissance économique durable. Cette politique souligne plusieurs priorités : formation des ressources humaines, développement technologique local, transferts de technologies et renforcement de la coopération internationale en matière de R&D. Cependant, il ne semble pas que l'une quelconque de ses parties ait été mise en œuvre depuis sa publication.

La politique s'est inspirée de l'exercice de prévision technologique mené par le Conseil pakistanais de la science et la technologie depuis 2009. En 2014, les études étaient terminées dans 11 domaines : agriculture, énergie, TIC, éducation, industrie, environnement, santé, biotechnologie, eau, nanotechnologies et électronique. D'autres études prévisionnelles seront réalisées pour les produits pharmaceutiques, la microbiologie, la technologie spatiale, la santé publique (encadré 21.6), le traitement des eaux usées et l'assainissement et l'enseignement supérieur.

Tripler l'intensité de R&D d'ici 2018

Suite au changement de gouvernement à Islamabad après l'élection générale de mai 2013, le nouveau Ministère de la science et de la technologie a publié un projet de *Stratégie nationale pour la science, la technologie et l'innovation 2014-2018* qu'il a soumis à l'avis des citoyens pakistanais. Cette stratégie a été intégrée au plan de développement à long terme du gouvernement, *Vision 2025*, une première au Pakistan. Le développement humain constitue l'axe central de cedocument. Bien que la feuille de route de sa mise en œuvre ne soit pas détaillée, la nouvelle stratégie compte faire passer les dépenses de R&D du Pakistan de 0,29 % (2013) à 0,5 % du PIB d'ici 2015, puis à 1 % du PIB d'ici la fin du quinquennat en cours, en 2018. Cet ambitieux objectif de triplement du ratio DIRD/PIB en à peine sept ans témoigne certes de la résolution louable du gouvernement, mais sa réalisation requerra la mise en œuvre parallèle de réformes ambitieuses, car la seule hausse des dépenses ne suffira pas.

Peu de changement dans le secteur de la R&D

Le gouvernement pakistanais est très investi dans le secteur de la R&D, à la fois par des investissements dans les technologies militaires et civiles et par l'intermédiaire d'organes étatiques. Selon l'enquête sur la R&D entreprise par le Conseil pakistanais de la science et de la technologie en 2013, les organisations publiques de R&D se voient attribuer près de 75,3 % des dépenses de R&D nationales.

Le nombre de chercheurs et de techniciens employés dans la R&D a reculé entre 2007 et 2011 avant de repartir à la hausse entre 2011 et 2013. Ces tendances sont en corrélation avec les niveaux relativement statiques des fonds alloués par l'État aux diverses organisations publiques de R&D, qui n'ont pas suivi le rythme de la croissance économique.

Dans le secteur public, environ un chercheur sur quatre travaille dans le domaine des sciences naturelles, suivies par l'agronomie, l'ingénierie et la technologie. En 2013, près d'un chercheur sur trois était une femme. Les femmes représentent la moitié des chercheurs dans les sciences médicales, environ quatre sur dix dans les sciences naturelles, mais seulement un sur six dans l'ingénierie et un sur dix dans l'agronomie. La grande majorité des chercheurs fonctionnaires travaille dans l'enseignement supérieur, une tendance qui s'est accentuée depuis 2011 (tableau 21.4).

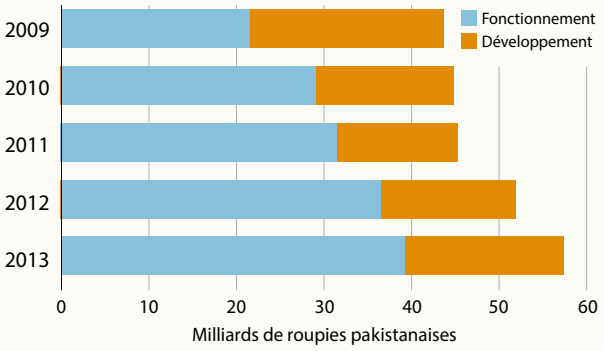
L'absence d'enquêtes auprès du secteur des entreprises risque de compliquer le suivi de la nouvelle économie du savoir. En outre, ni *Vision 2025* ni le projet de *Stratégie nationale pour la science, la technologie et l'innovation 2014-2018* ne proposent de mesures incitatives fortes et de feuilles de route claires pour encourager le développement de la R&D industrielle et l'établissement de liens entre les universités et l'industrie.

Décentralisation de la gouvernance de l'enseignement supérieur

En 2002, la Commission des subventions aux universités a été remplacée par la Commission de l'enseignement supérieur, avec à sa tête un président indépendant. Cette instance a été chargée de réformer le système d'enseignement supérieur pakistanais de plusieurs manières : introduction d'incitations financières plus attractives, hausse du nombre d'inscriptions dans les universités et du nombre de titulaires de doctorats, coup de pouce aux bourses d'études à l'étranger et à la collaboration entre chercheurs et fourniture d'installations TIC de pointe à toutes les grandes universités.

Entre 2002 et 2009, elle a réussi à faire passer le nombre de titulaires de doctorats à 6 000 par an et a accordé 11 000 bourses d'études à l'étranger. Selon le *Rapport de l'UNESCO*

Figure 21.12 : **Dotations budgétaires de la Commission de l'enseignement supérieur du Pakistan, 2009-2014**



Source : Commission de l'enseignement supérieur du Pakistan.

sur la science 2010, elle a également créé une bibliothèque électronique et des installations de vidéoconférence. Le nombre de publications pakistanaises indexées sur la plateforme de recherche Web of Science a grimpé en flèche sur la même période (de 714 à 3 614). L'ampleur des réalisations menées à bien pendant la période de la réforme demeure sans précédent dans l'histoire de l'enseignement supérieur et de la R&D pakistanais. En outre, le nombre de publications sur Web of Science a continué à augmenter depuis (figure 21.8). Cette hausse de la productivité scientifique semble résulter de l'élan généré par celle du nombre de bourses d'études à l'étranger accordées au corps enseignant (tableau 21.4) et aux étudiants, ainsi que du nombre croissant de titulaires de doctorats.

En dépit des améliorations quantitatives spectaculaires observées pour divers indicateurs, d'aucuns regrettent que cette « course aux chiffres » ait nui à la qualité de l'enseignement, ce que corrobore la stagnation des universités pakistanaises dans les classements mondiaux (Hoodbhoy, 2009).

Indépendamment de cette polémique, la Commission a frôlé la dissolution en 2011-2012 du fait du 18e amendement de la Constitution, qui déléguait aux gouvernements provinciaux plusieurs fonctions de gouvernance, dont celle de l'enseignement supérieur. En réponse à une requête de l'ancien président de la Commission, la Cour suprême a finalement statué en avril 2011 que la Commission ne serait pas divisée entre les quatre provinces du Baloutchistan, du Khyber Pakhtunkhwa, du Pendjab et du Sind.

Néanmoins, le budget de développement consacré aux bourses, à la formation des professeurs, etc., a baissé de 37,8 % en 2011-2012, passant d'un pic de 22,5 milliards de roupies (environ 0,22 milliard de dollars É.-U.) en 2009-2010 à 14 milliards de roupies (environ 0,14 milliard de dollars É.-U.). L'avenir de l'enseignement supérieur demeure incertain en dépit de la faible hausse des dépenses de développement consentie par la nouvelle administration au pouvoir à Islamabad (18,5 milliards de roupies, soit environ 0,18 milliard de dollars É.-U.) dans le budget 2013-2014.

Passant outre à la décision d'avril 2011 de la Cour suprême, l'assemblée provinciale du Sind a adopté en 2013 une loi portant création de la première commission provinciale de l'enseignement supérieur du pays. En octobre 2014, le Pendjab a suivi son exemple dans le cadre de la refonte de son système d'enseignement supérieur.

En dépit de complications juridiques, le secteur de l'enseignement supérieur pakistanais est en pleine mutation et s'achemine vers la décentralisation de la gouvernance au niveau des provinces. Bien qu'il soit trop tôt pour évaluer l'impact potentiel de cette évolution, il est clair que la dynamique favorable à l'augmentation des dépenses et du nombre de diplômés de l'enseignement supérieur entre 2000 et 2010 a été perdue. Selon les statistiques de la Commission de l'enseignement supérieur, son budget n'a cessé de baisser : de son maximum atteint en 2006-2007 (0,33 % du PIB national) il a chuté à 0,19 % en 2011-2012. Pour créer une économie du savoir, but affiché de *Vision 2025*, les décideurs pakistanais devront entièrement revoir leurs priorités en matière de dépenses de développement, par exemple en se donnant les moyens d'atteindre l'objectif de 1 % du PIB au profit de l'enseignement supérieur.

Encadré 21.6 : **Une application pour suivre une épidémie de dengue au Pakistan**

En 2011, le Pendjab, la plus vaste province du Pakistan, a connu une épidémie de dengue sans précédent qui a touché plus de 21 000 personnes et provoqué 325 décès. Compte tenu de la crise qui perturbe le système de santé de cette province, les autorités ont été rapidement dépassées. Elles se sont trouvées dans l'incapacité de suivre les interventions simultanées menées par de multiples départements et encore moins d'anticiper les lieux de ponte pour organiser la lutte antivectorielle.

Face à cette situation, le Conseil sur les technologies de l'information du Pendjab a pris les choses en main. Une équipe dirigée par le Professeur Umar Saif, un ancien professeur de l'Université de Cambridge (Royaume-Uni) et du Massachusetts Institute of Technology (États-Unis), a conçu une application pour smartphones permettant de suivre l'épidémie.

Cette application a été préinstallée sur 15 000 téléphones bon marché équipés d'Android distribués à autant de fonctionnaires chargés de prendre et de transmettre des clichés avant et après leurs interventions de lutte contre la maladie. L'ensemble des données était ensuite géocodé et affiché dans un tableau de bord utilisant Google Maps, accessible au public gratuitement via Internet et aux hauts fonctionnaires sur leurs smartphones. Des équipes d'enquêteurs ont été envoyées dans le district de Lahore, la capitale provinciale qui enregistrait le plus grand nombre de cas de dengue, afin de géocoder les endroits présentant un risque élevé de présence de larves, notamment près du domicile des personnes infectées. Les nombreuses données géospatiales recueillies ont ensuite été intégrées dans un algorithme prédictif qui a rendu possible la mise en place d'un système d'alerte rapide accessible aux décideurs au plus haut niveau du gouvernement.

Le projet a permis aux autorités de maîtriser la propagation de la maladie. Le nombre de cas confirmés est tombé à 234 en 2012, dont aucun n'a entraîné de décès.

Source : High (2014) ; Rojahn (2012).

Tableau 21.4 : **Nombre de chercheurs (en équivalent temps plein) dans le secteur public pakistanais par employeur, 2011 et 2013**

	Gouvernement	Femmes (%)	Enseignement supérieur	Femmes (%)	Pourcentage du total des chercheurs employés par le gouvernement (%)	Pourcentage du total des chercheurs employés dans l'enseignement supérieur (%)
2011	9 046	12,2	17 177	29,6	34,5	65,5
2013	8 183	9,0	22 061	39,5	27,1	72,9

Remarque : Les données relatives au Pakistan ne comprennent pas le secteur des entreprises.

Source : Institut de statistique de l'UNESCO, juin 2015.

En dépit des turbulences évoquées plus haut provoquées par la bataille juridique engagée depuis l'amendement de la Constitution de 2011, le nombre d'institutions diplômantes publiques et privées continue à croître dans le pays. Parallèlement, le nombre d'étudiants a augmenté, passant de 0,28 million en 2001 à 0,47 million en 2005, avant de franchir la barre des 1,2 million en 2014. Presque la moitié des universités sont privées (figure 21.13).

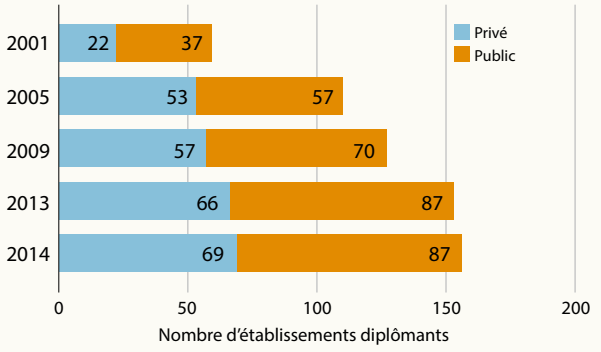
Intégration de la STI au développement

De manière générale, la situation de la STI au Pakistan est au mieux mitigée. Alors que l'avenir de l'enseignement supérieur est incertain, l'intégration de la STI dans les priorités nationales de développement pourrait indiquer un renversement de tendance. Si les indicateurs montrent clairement une progression de l'enseignement supérieur, cela ne signifie pas nécessairement que la qualité de l'éducation et de la recherche se soit elle aussi améliorée.

En outre, l'augmentation du nombre de titulaires de doctorat et de publications scientifiques ne semble pas exercer un impact discernable sur l'innovation, si l'on s'en tient au nombre de brevets déposés. Selon l'OMPI, les demandes de brevets[10] du Pakistan sont passées de 58 à 96 entre 2001 et 2012, mais la proportion de brevets acceptés sur la même période est tombée de 20,7 à 13,5 %. Cette médiocre performance signale l'absence d'un réel impact des réformes de l'université sur l'industrie (Lundvall, 2009). Comme déjà dit, le secteur public continue à jouer un rôle dominant sur le marché de la STI alors que le secteur privé semble être à la traîne (Auerswald *et al.*, 2012). Cette situation révèle également l'absence d'une vraie culture de l'entrepreneuriat qui nuit à la compétitivité économique du Pakistan sur les marchés internationaux.

10. Ces statistiques s'appuient sur des données collectées auprès des bureaux de la propriété intellectuelle ou extraites de la base de données PATSTAT. *Source :* www.wipo.int.

Figure 21.13 : **Augmentation du nombre d'universités pakistanaises, 2001-2014**



Source : Commission de l'enseignement supérieur du Pakistan.

En dépit de l'intégration de la politique nationale en matière de STI dans la politique nationale de développement, son impact potentiel sur les programmes est loin d'être clair. Pour devenir une économie du savoir, le Pakistan a besoin de décideurs plus audacieux à tous les échelons du gouvernement.

RÉPUBLIQUE DES MALDIVES



Les spécificités nationales exigent des solutions durables

La République des Maldives demeure très dépendante des combustibles fossiles en dépit des avantages évidents pour l'archipel de la production locale d'électricité. Plusieurs initiatives ont encouragé l'adoption de centrales solaires et de systèmes hybrides éolien-diesel, à des coûts raisonnables (Van Alphen *et al.*, 2008). Une étude menée par la République des Maldives (2007a) a identifié plusieurs contraintes, notamment des cadres réglementaires déficients qui affaiblissent les partenariats public-privé et des capacités techniques et administratives limitées dans les domaines du transport et de la distribution de l'énergie. Ces conclusions valent également pour le secteur du transport, qui se développe rapidement dans les îles en raison du tourisme (République des Maldives, 2007b), ou pour la viabilité de la capitale, Malé, considérée comme l'une des métropoles les plus encombrées de la planète.

Signes d'un intérêt accru pour la science

La République des Maldives possède une institution d'enseignement supérieur depuis 1973, baptisée alors Centre allié de formation aux services de santé. Devenue le Collège d'enseignement supérieur des Maldives en 1999 puis l'Université nationale des Maldives en février 2011, elle demeure l'unique établissement d'enseignement supérieur public décernant des diplômes. En 2014, elle a inauguré sa Faculté des sciences avec l'introduction de diplômes de licence en sciences

générales, sciences de l'environnement, mathématiques et informatique. Les programmes de troisième cycle proposés comprennent en outre un master en informatique et un master en gestion de l'environnement. L'université publie aussi sa propre revue, le *Maldives National Journal of Research*, qui semble davantage axée sur la pédagogie que sur les activités de recherche universitaire.

La production de la recherche demeure modeste avec moins de cinq articles publiés par an (figure 21.8). Le fait que presque toutes les publications de ces 10 dernières années aient été le fruit d'une collaboration internationale est néanmoins de bon augure pour le développement de la science locale.

Engagement aux dépenses dans l'éducation

La République des Maldives a consacré 5,9 % du PIB à l'éducation en 2012, soit le taux le plus élevé de la région. Le développement de son capital humain se heurte à plusieurs difficultés, aggravées par l'instabilité politique qui règne dans le pays depuis 2012. Le pourcentage important d'enseignants étrangers et l'écart entre les programmes et les compétences requises par les employeurs constituent un autre problème.

Le pourcentage net d'inscriptions à l'enseignement primaire était de 94 % en 2013, après avoir atteint 100 % au début des années 2000. Neuf élèves sur 10 sont passés dans le secondaire (92,3 %) en 2014 mais 24 % seulement ont poursuivi des études secondaires supérieures. Si les filles sont plus nombreuses que les garçons en primaire et dans les classes secondaires inférieures, les garçons reprennent la main dans les classes secondaires supérieures.

Le Ministère de l'éducation est déterminé à améliorer la qualité de l'enseignement. Entre 2011 et 2014, l'UNESCO a mis en œuvre aux Maldives un projet de renforcement des capacités dans l'enseignement scientifique avec l'appui financier du Japon et la participation du Centre pour l'éducation à l'environnement, basé en Inde. Le projet a permis d'élaborer des manuels à l'intention des enseignants et de préparer des modules et des kits d'activités pratiques visant à favoriser la créativité et la méthode scientifique. La formation continue des enseignants a également été organisée par l'Université nationale des Maldives.

En 2013, le Ministère de l'éducation et le Ministère des ressources humaines, de la jeunesse et des sports ont donné le coup d'envoi du projet de formation professionnelle et technique Hunaru (« compétences »), d'une durée d'un an. Son but est de former 8 500 jeunes dans 56 domaines professionnels, le gouvernement versant une somme forfaitaire par étudiant. Les institutions publiques et privées peuvent demander à dispenser ces cours.

Le gouvernement s'efforce de multiplier les partenariats public-privé en proposant des terrains et d'autres incitations aux entreprises privées afin qu'elles créent des institutions d'enseignement supérieur en plusieurs endroits. Dans ce cadre, la société indienne Tata a accepté en 2014 de créer une faculté de médecine et un hôpital régional sur l'atoll de Lamu.

SRI LANKA



Forte croissance depuis la fin du conflit

Mahinda Chintana : Vision pour l'avenir 2020 (2010) est la politique globale qui fixe les objectifs de développement de Sri Lanka à l'horizon 2020 et vise à faire du pays une économie du savoir et l'un des pôles de connaissance d'Asie du Sud. La stabilité politique retrouvée en 2009 à l'issue d'une longue guerre civile a entraîné le développement massif du secteur de la construction depuis 2010 grâce aux investissements du gouvernement dans des projets de développement stratégiques tels que la construction ou l'extension d'autoroutes, de ports, d'aéroports, de centrales à charbon propre et de centrales hydroélectriques. Ces projets ont pour but de transformer Sri Lanka en pôle commercial, maritime, aérien, énergétique et touristique. La loi sur les projets d'investissement stratégiques de 2008 (amendée en 2011 et 2013) exonère d'impôts pendant une période donnée la mise en œuvre de projets de développement stratégiques.

Afin d'attirer les IDE et de favoriser le transfert de technologies, le gouvernement a signé une série d'accords avec des gouvernements étrangers, notamment la Chine, la Fédération de Russie et la Thaïlande. Ainsi, dans le cadre d'un accord signé en 2013, la Corporation d'État russe pour l'énergie nucléaire (ROSATOM) aide l'Autorité de l'énergie atomique de Sri Lanka à développer une infrastructure d'énergie nucléaire et un centre de recherche nucléaire et assure la formation du personnel. En 2014, le Gouvernement sri-lankais a signé un accord avec la Chine pour l'agrandissement du port de Colombo, la construction d'infrastructures (port, aéroport et autoroute) à Hambantota, dont le gouvernement veut faire la seconde ville du pays, ainsi qu'une coopération technique dans le cadre de la construction d'une centrale à charbon à Norochcholai.

Entre 2010 et 2013, le PIB a augmenté de 7,5 % par an en moyenne (il était de 3,5 % en 2009). Dans le même temps, le PIB par habitant a progressé de 60 %, passant de 2 057 à 3 280 dollars des États-Unis entre 2009 et 2013. Bien que le score de Sri Lanka au classement de l'Indice de l'économie du savoir soit passé de 4,25 à 3,63 entre 1999 et 2012, il demeure supérieur à celui de tous les autres pays sud-asiatiques. Traditionnellement agricole, l'économie de Sri Lanka est désormais fondée sur les services et l'industrie (figure 21.10). Toutefois, le nombre de diplômés en sciences et en ingénierie des universités locales demeure inférieur à celui des autres disciplines.

Les réformes de l'enseignement supérieur visent à élargir les capacités

Selon le *Rapport mondial de suivi sur l'éducation pour tous* de l'UNESCO (2015), l'enseignement primaire universel et la parité entre les sexes à Sri Lanka seront probablement atteints en 2015. Le modeste niveau des dépenses publiques d'éducation, passé entre 2009 et 2012 de 2,1 à 1,7 % du PIB, soit le plus faible d'Asie du Sud, est préoccupant (figure 21.3).

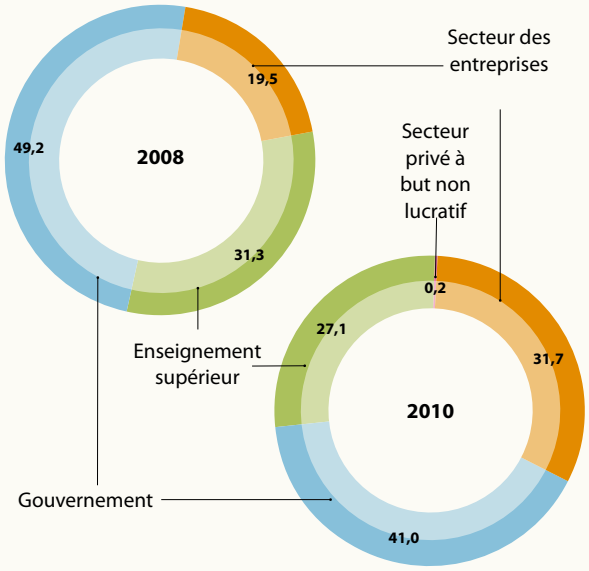
Sri Lanka compte 15 universités d'État placées sous l'égide de la Commission des subventions aux universités et 3 autres dépendant des ministères de la défense, de l'enseignement

supérieur et de la formation professionnelle et technique. À ces 18 universités publiques s'ajoutent 16 universités privées homologuées délivrant des diplômes de licence et de master. À 0,3 % du PIB, les dépenses publiques d'enseignement supérieur de Sri Lanka comptent parmi les plus faibles d'Asie du Sud, à égalité avec celles du Bangladesh. Selon la Commission des subventions aux universités, pour l'année scolaire 2012-2013, les universités n'ont pu accueillir que 16,7 % des étudiants admissibles. Ces facteurs expliquent la proportion relativement faible de chercheurs à Sri Lanka (249 par million d'habitants en 2010) ainsi que les modestes progrès de ces dernières années (figure 21.7). À noter que le pourcentage de chercheurs employés par des entreprises à Sri Lanka (32 % d'équivalents temps plein en 2010) se rapproche de celui de l'Inde (39 % en 2010), une tendance de bon augure pour le dynamisme du secteur privé naissant (figure 21.14). En 2012, le gouvernement sri-lankais a annoncé la mise en place d'incitations fiscales en faveur des entreprises privées menant des activités de R&D et de celles faisant appel aux services d'institutions de recherche publiques.

Ces dernières années, le gouvernement s'efforce de remédier au nombre de places insuffisant dans les universités. Il s'agit d'ailleurs de l'un des objectifs du projet Enseignement supérieur pour le XXIe siècle (2010–2016) qui vise à ce que les universités soient en mesure de fournir des services de qualité en cohérence avec les besoins socioéconomiques du pays. L'examen à mi-parcours de 2014 a relevé les progrès suivants :

- Mise en œuvre progressive du Cadre de qualification de Sri Lanka (créé en 2012) par les institutions et les universités nationales. Ce cadre réglemente les 10 niveaux de qualification proposés par les institutions d'enseignement post-secondaire publiques et privées. L'objectif est de renforcer l'équité dans l'enseignement supérieur, d'augmenter les possibilités de formation et d'emploi et de faciliter la mobilité latérale et verticale au sein du système universitaire. Il intègre le Cadre national de qualification professionnelle (2005) et veille à faciliter les transferts et la mobilité entre cursus professionnel et supérieur, grâce à un socle national unique de reconnaissance de la formation antérieure et de transfert des crédits ;
- Mise en œuvre des subventions pour le développement des universités afin d'améliorer les aptitudes des étudiants des 17 universités cibles dans les domaines de l'informatique, de l'anglais et de compétences personnelles prisées par les employeurs, telles que la conscience professionnelle et le leadership ;
- Octroi de bourses pour le développement de l'innovation destinées aux étudiants en lettres, en sciences humaines et en sciences sociales des 17 universités cibles ;
- Remise de bourses pour la qualité et l'innovation visant à renforcer la qualité de l'enseignement universitaire, la recherche et l'innovation à 58 programmes d'études, au lieu des 51 ciblés par le projet. La quasi-totalité d'entre eux obtient de bons résultats ;

Figure 21.14 : **Pourcentage de chercheurs sri-lankais (en équivalent temps plein) par secteur d'emploi, 2008 et 2010**



Source : Institut de statistique de l'UNESCO, juin 2015

- Inscription de plus de 15 000 étudiants dans des institutions technologiques de pointe au lieu des 11 000 visées par le projet ;
- Participation à des programmes de master ou de doctorat de plus de 200 professeurs issus d'universités et de l'Institut sri-lankais d'éducation technologique spécialisée, soit le double de l'objectif initial ;
- Environ 3 560 bénéficiaires de programmes de développement professionnel de cycle court ciblant le personnel administratif et les cadres des universités, les professeurs et le personnel technique et d'appui.

Mobilité accrue des ingénieurs sri-lankais

En juin 2014, l'Institution des ingénieurs, l'instance majeure de cette profession à Sri Lanka, a signé l'Accord de Washington, à l'instar de son homologue indien. L'Accord de Washington est une convention internationale par laquelle les instances responsables de l'accréditation des programmes d'études en ingénierie reconnaissent que les diplômés des autres parties à la convention possèdent les qualifications requises pour exercer la profession d'ingénieur. Cette reconnaissance des diplômes permettra aux futurs ingénieurs sri-lankais et indiens de travailler facilement dans les pays signataires[11].

Première politique de STI à Sri Lanka

La première *Politique nationale en matière de science et de technologie* exhaustive de Sri Lanka a été adoptée en juin 2009 après un processus consultatif approfondi avec toutes les parties prenantes, comme l'indiquait le *Rapport de l'UNESCO sur la*

11. Les autres signataires sont notamment l'Afrique du Sud, l'Australie, le Canada, les États-Unis, la Fédération de Russie, l'Irlande, le Japon, la Malaisie, la Nouvelle-Zélande, la République de Corée, le Royaume-Uni, Singapour et la Turquie. Voir www.iesl.lk.

science 2010. Ces consultations ont fait apparaître la nécessité de développer une culture de la science et de l'innovation, de renforcer les capacités des ressources humaines et de promouvoir la R&D et le transfert de technologies. Les participants ont également jugé que la politique devait être favorable à la durabilité et au savoir local, définir un cadre de gestion des droits de propriété intellectuelle et promouvoir l'application de la science et de la technologie au service du bien-être des populations, de la gestion des catastrophes, de l'adaptation aux changements climatiques, de l'application de la loi et de la défense.

L'objectif de la politique intitulé « Renforcer les capacités scientifiques et technologiques pour favoriser le développement national », identifie des stratégies visant à faire passer « l'investissement du secteur public dans la R&D scientifique et technologique à 1 % du PIB d'ici 2016 et celui du secteur privé à au moins 0,5 % du PIB d'ici 2016 ». Cet objectif est d'autant plus ambitieux que le gouvernement n'a consacré que 0,09 % du PIB aux DIRD en 2010 et le secteur des entreprises (publiques et privées) 0,07 %.

Approuvée par le gouvernement en 2010, la *Stratégie nationale pour la science, la technologie et l'innovation* (2011-2015) constitue la feuille de route de la mise en œuvre de la *Politique nationale en matière de science et de technologie*. L'instance responsable de son pilotage, le Secrétariat de coordination pour la science, la technologie et l'innovation, a été créée à cette fin en 2013. Il est en train de préparer une évaluation de l'écosystème national de la recherche et de l'innovation.

La *Stratégie nationale pour la science, la technologie et l'innovation* (2011-2015) fixe quatre grands objectifs :

- Mettre l'innovation et la technologie au service de la croissance économique grâce à une R&D ciblée et au transfert dynamique de technologies, afin d'augmenter la part des produits de haute technologie destinés à l'exportation comme au marché national. Le principal objectif de l'Initiative pour la technologie de pointe est de hausser la part des produits de haute technologie dans les exportations, qui passerait de 1,5 % en 2010 à 10 % d'ici 2015 ;
- Développer un écosystème national de la recherche et de l'innovation très performant ;
- Mettre en place un cadre efficace pour préparer la population de Sri Lanka à vivre dans une société du savoir ;
- Intégrer le principe de durabilité dans toutes les sphères de l'activité scientifique afin d'assurer la durabilité socio-économique et environnementale.

Améliorer la qualité de vie grâce à la R&D

Adopté en juillet 2014, le *Cadre national d'investissement dans la recherche et développement pour la période 2015–2020* recense 10 domaines d'investissement dans des activités de R&D visant à améliorer la qualité de vie. Lors de l'étude préalable, les ministères concernés et d'autres institutions publiques et privées avaient été invités à recommander des priorités nationales en matière de R&D.

Ces 10 domaines sont les suivants :

- Eau ;
- Alimentation, nutrition et agriculture ;
- Santé ;
- Logement ;
- Énergie ;
- Industrie textile ;
- Environnement ;
- Ressources minérales ;
- Conception de logiciels et services du savoir ;
- Sciences fondamentales, technologies émergentes et savoirs locaux.

Priorité à la nanotechnologie

Le développement du secteur industriel s'est accéléré depuis l'approbation par le gouvernement[12] de la *Politique nationale en matière de biotechnologie* en 2010 et de la *Politique nationale en matière de nanotechnologie* en 2012.

La nanotechnologie a obtenu un premier coup de pouce institutionnel en 2006 avec le lancement de l'Initiative nationale pour la nanotechnologie. Deux ans plus tard, le gouvernement créait l'Institut de nanotechnologie de Sri Lanka dans le cadre d'une coentreprise sans précédent avec le secteur privé (encadré 21.7). En 2013, le Parc nanotechnologique et scientifique et le Centre d'excellence nanotechnologique, qui fournit une infrastructure de qualité à la recherche en nanotechnologie, ouvraient leurs portes. En 2013, Sri Lanka se classait à la 83e place en termes de nombre de publications consacrées à la nanotechnologie par million d'habitants indexées sur la plateforme de recherche Web of Science (figure 21.8). Il se classe derrière le Pakistan, (74e), l'Inde (65e) et l'Iran (27e) pour cet indicateur (pour l'Inde et l'Iran, voir la figure 15.5).

Mécanismes visant à encourager l'innovation

La Fondation nationale pour la science a instauré deux dispositifs de subventionnement des activités technologiques afin d'encourager l'innovation. Le premier (Tech D) aide les universités, les instituts de recherche, les entreprises privées et les particuliers à développer leurs idées. Le second s'adresse aux start-ups portées sur les technologies innovantes. En 2011, six subventions ont été accordées : cinq au titre de Tech D et une à une start-up.

En 2013, le Ministère de la technologie et de la recherche a organisé son troisième Marché de la technologie, une manifestation qui donne aux acteurs de la recherche scientifique et de l'industrie l'occasion de se rencontrer. Il a demandé à ses organismes de recherche (l'Institut de technologie industrielle, le Centre national de recherche et développement en ingénierie, le Conseil de l'énergie atomique, l'Institut de nanotechnologie

12. Une troisième politique sectorielle sur le matériel et les données génétiques humains était encore en projet au moment de la rédaction, à la mi-2015.

Encadré 21.7 : **Développement d'une industrie intelligente grâce à l'Institut sri-lankais de nanotechnologie**

Créé en 2008, l'Institut sri-lankais de nanotechnologie (SLINTEC) est une coentreprise de la Fondation nationale pour la science et de grandes entreprises sri-lankaises telles que Brandix, Dialog, Hayleys et Loadstar. Ses objectifs sont les suivants :

- Créer une plate-forme nationale de l'innovation au service du développement économique fondé sur la technologie, grâce à la commercialisation de produits nanotechnologiques et en contribuant à faire passer la part des exportations de haute technologie de 1,5 à 10 % du total des exportations d'ici 2015 ;
- Intensifier la collaboration entre les instituts de recherche et les universités ;
- Introduire des éléments nanotechnologiques dans les technologies et industries de pointe afin d'améliorer la compétitivité internationale des produits sri-lankais et d'ajouter de la valeur aux ressources naturelles du pays ;
- Rapprocher les organisations de recherche en nanotechnologie des entreprises commerciales ;
- Attirer les scientifiques sri-lankais expatriés en créant un écosystème de recherche durable.

Moins d'un an après son coup d'envoi, SLINTEC a réalisé le remarquable exploit de déposer cinq brevets internationaux auprès de l'Office des brevets et des marques des États-Unis d'Amérique (USPTO). Deux autres demandes de brevet ont été effectuées en 2011 et 2012. Les inventions concernées comprennent un processus de préparation de nanotubes en carbone à partir de graphite ; des compositions de macronutriments agricoles à libération prolongée et processus apparentés ; une composition de macronutriments à libération prolongée à base de cellulose pour application dans des engrais ; un processus de renforcement de nanocomposites élastomère-argile ; un processus de préparation de nanoparticules à partir de magnétite ; un détecteur intégrant des composants de nanotechnologie ; un composé détachant et désodorisant pour tissus biosynthétiques, etc.

Gunawardena (2012) a décrit les axes de travail de SLINTEC comme suit :

- *Agriculture intelligente :* engrais à libération lente à base de nanotechnologie, extension potentielle à des capteurs et aux engrais de nouvelle génération ;
- *Nanocomposites de caoutchouc :* pneus ultraperformants ;
- *Vêtements et textile :* tissus haut de gamme, fils intelligents, etc. ;
- *Produits de grande consommation :* capteur externe à base de nanotechnologie pour le suivi médical à distance, détergents, cosmétiques, etc. ;
- *Nanomatériaux :* ilménite, argile, magnétite, quartz et graphite pour obtenir du dioxyde de titane, de la montmorillonite, de la nanomagnétite, de la nanosilice et des nanoplaquettes de graphite.

Source : http://slintec.lk.

et l'Institut Arthur C. Clarke pour les technologies modernes) de privilégier une recherche qui satisfasse la demande.

En 2010, la société américaine Blue Ocean Ventures lançait Lankan Angels Network, un réseau d'investisseurs privés sri-lankais. En 2014, les investisseurs de ce réseau avaient injecté 1,5 million de dollars des États-Unis dans 12 sociétés sri-lankaises innovantes, dans le cadre d'un partenariat avec la Commission des inventeurs sri-lankais (créée en 1979). Selon le Ministère de la technologie et de la recherche, en 2013 le Fonds des inventeurs de la Commission a versé 2,94 millions de roupies sri-lankaises (environ 22 000 dollars É.-U.) en subventions cette même année.

« Smart people, smart island »

Premier cadre de généralisation des TIC, la feuille de route « e-Sri Lanka » (Sri Lanka électronique) lancée en 2002 a débouché sur la loi sur les technologies de l'information et de la communication et la création d'une entité publique, l'Agence des technologies de l'information et de la communication, en 2003. Cette Agence a mis en œuvre, jusqu'à son terme en 2013, le projet de développement « e-Sri Lanka » chargé d'équiper chaque village de TIC. En 2013, 22 % de la population avaient accès à Internet contre à peine 6 % en 2008 et 96 % étaient abonnés à la téléphonie mobile.

La deuxième phase du projet de développement e-Sri Lanka a été lancée par l'Agence en 2014 avec pour objectif de dynamiser le développement économique grâce à l'innovation dans les TIC. Baptisée « Smart Sri Lanka » (Sri Lanka intelligent), elle devrait durer environ six ans. Dotée du slogan « Smart people, smart island » (une île et une population intelligentes), ses objectifs sont les suivants : leadership intelligent, gouvernement intelligent, villes intelligentes, emplois intelligents, industries intelligentes et société de l'information intelligente.

Smart Sri Lanka a défini six stratégies programmatiques pour les réaliser :

- Politique en matière de TIC, leadership et développement institutionnel ;
- Infrastructure d'information ;
- Refonte des instances gouvernementales ;
- Développement des ressources humaines pour le secteur des TIC ;
- Développement de l'investissement dans les TIC et du secteur privé ;
- Société électronique.

Parallèlement, l'Agence a créé des télécentres *(nenasala)* dans tout le pays afin de connecter les communautés d'agriculteurs, d'étudiants et de petits entrepreneurs à des sites d'information, de formation et de commerce. Ces télécentres mettent à disposition des utilisateurs des ordinateurs, une connexion Internet et proposent des cours d'informatique. Ils permettent également aux agriculteurs d'écouter les bulletins des radios locales communiquant les prix du marché et des informations agricoles, aux patients des régions rurales d'accéder à des services de e-santé et de télémédecine et aux déficients visuels de profiter de livres audio. Trois types de *nenasala* ont été créés : centres de connaissances ruraux, bibliothèques en ligne, centres de formation à distance et en ligne. En août 2014, 800 *nenasala* étaient en place dans le pays[13].

CONCLUSION

Nécessité de conjuguer capacités locales et externes

L'éducation a connu des améliorations significatives depuis 2010 en Asie du Sud, tandis que les systèmes nationaux d'innovation ont enregistré des progrès plus modestes. Les faibles niveaux de financement public ont entravé le développement de ces deux domaines, mais, dans le cas de l'éducation, des projets financés par des donateurs étrangers sont venus compléter les efforts des gouvernements. En dépit d'une augmentation du taux net d'inscription dans l'enseignement primaire, ce chiffre demeure relativement faible dans l'enseignement secondaire : les pays les plus peuplés, le Bangladesh et le Pakistan, l'ont chiffré à seulement 61 % (2013) et 36 % (2012) respectivement.

L'enseignement primaire et secondaire universel ne constitue que la première étape du développement des compétences professionnelles et techniques dont les pays d'Asie du Sud auront besoin pour réaliser leurs ambitions respectives : devenir une économie du savoir (Pakistan et Sri Lanka) ou un pays à revenu intermédiaire (Bangladesh, Bhoutan et Népal) dans les 10 années à venir. La formation de la main-d'œuvre sera le prérequis incontournable du développement des secteurs à forte valeur ajoutée nécessaires à la diversification industrielle souhaitée. Les responsables de la planification de l'éducation devront investir dans les infrastructures, améliorer les compétences pédagogiques du corps enseignant et fixer des programmes d'enseignement adaptés au marché du travail.

Afin d'exploiter un large éventail de possibilités, il conviendra de concevoir des systèmes d'innovation nationaux permettant à la fois le développement des capacités locales en recherche et innovation et l'acquisition de connaissances et de technologies externes que détiennent en général les entreprises locales avancées sur le plan technologique. En dépit du retard technologique de la majorité des branches d'activité sud-asiatiques, quelques entreprises locales, notamment pakistanaises et sri-lankaises, sont devenues concurrentielles sur la scène internationale. Compte tenu de l'hétérogénéité des entreprises en termes de capacité d'innovation technologique, le système national d'innovation devra se montrer suffisamment flexible pour soutenir leurs différents besoins technologiques. Alors que les systèmes locaux d'innovation sont en général conçus pour soutenir l'innovation issue de la R&D, les pays capables d'exploiter conjointement et de manière systémique, au profit de leurs industries, les capacités de sociétés locales très performantes et de multinationales implantées sur leur territoire, seront susceptibles d'élargir leurs capacités d'innovation.

La croissance économique soutenue par les IDE requiert du pays un niveau élevé de réactivité et de très bonnes capacités d'absorption, notamment concernant la diffusion des technologies. Par rapport aux pays d'Asie de l'Est, les flux d'IDE entrants dans les pays d'Asie du Sud évoqués dans le présent chapitre n'ont pas contribué de manière significative à leur croissance. Les secteurs économiques technologiquement avancés dont la chaîne de valeur comprend des activités susceptibles de mettre en valeur les connaissances, les compétences et les capacités locales, leur donnent l'occasion de hausser le niveau des industries locales.

Les gouvernements devraient consacrer des fonds suffisants à la mise en œuvre de politiques nationales en matière de recherche et d'éducation. Faute de quoi, il est peu probable que ces politiques entraîneront de réels changements. Les gouvernements en sont conscients. Le Pakistan compte faire passer son investissement dans la R&D à 1 % du PIB d'ici 2018 et Sri Lanka prévoit d'augmenter le sien à 1,5 % du PIB d'ici 2016, avec une contribution d'au moins 1 % du secteur public. Ces objectifs font bonne impression sur le papier mais les gouvernements ont-ils mis en place les mécanismes requis pour les atteindre ? Ils devront par ailleurs accorder la priorité aux dépenses de R&D s'ils veulent que les ressources humaines et financières, limitées, aient l'impact souhaité.

Les partenariats public-privé pourront s'avérer des alliés précieux de la mise en œuvre des politiques, à condition que le secteur privé ait les épaules suffisamment solides pour assumer une partie du fardeau. À défaut de quoi, les incitations fiscales et d'autres mesures favorables aux entreprises pourront lui donner l'impulsion requise pour en faire un moteur du développement économique. Les partenariats public-privé peuvent créer entre les entreprises, les instituts de R&D publics et les universités, des synergies favorables à une innovation pilotée par l'industrie, ce dont l'Institut de nanotechnologie de Sri Lanka (encadré 21.7) constitue un exemple évident.

L'absence d'infrastructures à l'appui de l'utilisation d'Internet demeure un problème pour de nombreux pays sud-asiatiques, qui se trouvent de ce fait incapables de connecter leurs économies rurales et urbaines ou de se connecter au reste du monde. Tous les pays se sont efforcés d'inclure les TIC dans l'éducation, mais la disponibilité et la qualité de l'alimentation électrique dans les régions rurales et le déploiement des TIC demeurent des préoccupations majeures. La téléphonie mobile est très répandue et utilisée par les agriculteurs, les élèves, les enseignants et les entreprises. Cette technologie quasi

13. Voir www.nenasala.lk.

omniprésente, facilement accessible et d'un coût abordable, est extrêmement prometteuse – quoiqu'encore sous-utilisée – pour le partage d'informations et de connaissances, ainsi que pour le développement de services commerciaux et financiers dans les zones urbaines et rurales.

OBJECTIFS PRINCIPAUX DES PAYS D'ASIE DU SUD

- Amener la part de l'enseignement supérieur à 20 % du budget afghan de l'éducation d'ici 2015 ;
- Faire en sorte que les femmes représentent 30 % des étudiants afghans et 20 % des professeurs d'ici 2015 ;
- Au Bangladesh, faire passer la contribution de l'industrie à 40 % du PIB et le pourcentage des effectifs de l'industrie à 25 % de la main-d'œuvre d'ici 2021 ;
- Faire passer le pourcentage de Bangladais employés dans l'agriculture de 48 % de la main-d'œuvre en 2010 à 30 % en 2021 ;
- Créer un Conseil national de la recherche et de l'innovation au Bhoutan ;
- Au Pakistan, assurer l'accès à l'enseignement supérieur à 12 % de la classe d'âge concernée (contre 7 % actuellement) et amener le nombre de doctorats décernés par an de 7 000 à 25 000 d'ici 2025 ;
- Amener les DIRD du Pakistan à 0,5 % du PIB d'ici 2015 et à 1 % du PIB d'ici 2018 ;
- Augmenter les dépenses consacrées à l'enseignement supérieur à au moins 1 % du PIB au Pakistan d'ici 2018 ;
- Faire passer les DIRD de Sri Lanka de 0,16 % du PIB en 2010 à 1,5 % du PIB d'ici 2016, avec une contribution du secteur privé de 0,5 % du PIB (contre 0,07 % en 2010) ;
- Accroître la part dans les exportations des produits de haute technologie sri-lankais, pour l'amener de 1,5 % (2010) à 10 % d'ici 2015.

RÉFÉRENCES

Académie népalaise de la science et de la technologie (2010) *Capacity Building and Management of Science, Technology and Innovation Policies in Nepal. Final Report*. Préparé par l'Académie népalaise de la science et de la technologie pour le compte de l'UNESCO.

Amjad, R. et Musleh, U. Din (2010) *Economic and Social Impact of the Global Financial Crisis: Implications for Macroeconomic and Development Policies in South Asia.* Munich Personal RePEc Archive Paper.

Auerswald, P., Bayrasli, E. et Shroff, S. (2012) Creating a place for the future: strategies for entrepreneurship-led development in Pakistan. *Innovations: Technology, Governance, Globalization,* 7(2) : p. 107-134.

Banque mondiale (2014) *Regional Integration in South Asia*. Note d'information. Banque mondiale : Washington, D.C.

BASD (2014) *Innovative Strategies in Technical and Vocational Education and Training*. Banque asiatique de développement.

BASD (2013) *Nepal Partnership Strategy 2013-2017*. Banque asiatique de développement.

BASD (2012) *Completion Report – Maldives: Employment Skills Training Project*. Banque asiatique de développement : Manille.

Clover, I. (2015) Pakistan overhauls its solar industry for the better, *PV Magazine*. Voir www.pv-magazine.com.

Commission de planification (2014) *Pakistan Vision 2025*. Ministère de la planification, du développement et des réformes du Pakistan : Islamabad. Voir http://pakistan2025.org.

Commission de planification (2012) *Perspective Plan of Bangladesh, 2010-2021*. Projet final, avril. Gouvernement du Bangladesh : Dhaka.

Gopalan, S., Malik, A. A. et Reinert, K. A. (2013) The imperfect substitutes model in South Asia: Pakistan–India trade liberalization in the negative list, *South Asia Economic Journal*, 14(2) : p. 211-230.

Gouvernement du Népal (2013a) Briefing on the Establishment of a Technology Research Centre in Nepal. Singha Durbar, Katmandou. Voir http://moste.gov.np.

Gouvernement du Népal (2013b) *An Approach Paper to the Thirteenth Plan (FY 2013/14-2015/16)*. Commission nationale de la planification, Singha Durbar, Katmandou, juillet.

Gunawardena, A. (2012) *Investing in Nanotechnology in Sri Lanka*. Institut de nanotechnologie de Sri Lanka (SLINTEC) : Colombo.

High, P. (2014) A professor with a Western past remakes Pakistan's entrepreneurial Future. *Forbes*.

Hoodbhoy, P. (2009) Pakistan's Higher Education System – What Went Wrong and How to Fix It. *The Pakistan Development Review*, p. 581-594.

Hossain, M. D. *et al*. (2012) Mapping the dynamics of the knowledge base of innovations of R&D in Bangladesh: a triple helix perspective. *Scientometrics* 90.1 : p. 57-83.

ISU (2014a) *Higher Education in Asia: Expanding Out, Expanding Up. The Rise of Graduate Education and University Research*. Institut de statistique de l'UNESCO : Montréal.

ISU (2014b) *Information and Communication Technology in Education in Asia - a Comparative Analysis of ICT Integration and E-readiness in Schools across Asia.* Institut de statistique de l'UNESCO : Montréal.

Khan, S. R., Shaheen, F. H., Yusuf, M. et Tanveer, A. (2007) *Regional Integration, Trade and Conflict in South Asia*. Document de travail. Sustainable Development Policy Institute : Islamabad.

Lundvall, B.-A. (2009) *Innovation as an Interactive Process : User–Producer Interaction in the National System of Innovation*. Document de recherche. Voir http://reference.sabinet.co.za.

Ministère de l'éducation (2014) *Annual Education Statistics 2014*. Ministère de l'éducation du Royaume du Bhoutan : Thimphou.

Ministère de l'enseignement supérieur (2013) *Higher Education Review for 2012: an Update on the Current State of Implementation of the National Higher Education Strategic Plan: 2010–2014*. Gouvernement de l'Afghanistan : Kaboul.

Ministère de l'enseignement supérieur (2012) *Sri Lanka Qualifications Framework*. Ministère de l'enseignement supérieur de Sri Lanka : Colombo.

Ministère de la technologie et de la recherche (2011) *Science, Technology and Innovation Strategy*. Ministère de la technologie et de la recherche de Sri Lanka : Colombo.

Ministère du travail et des ressources humaines (2013) *11th National Labour Force Survey Report 2013*. Département de l'emploi, Ministère du travail et des ressources humaines du Royaume du Bhoutan : Thimphou.

PNUD (2014) *Rapport sur le développement humain 2014 - Pérenniser le progrès humain : réduire les vulnérabilités et renforcer la résilience.* Programme des Nations Unies pour le développement : New York.

République des Maldives (2007a) *Maldives Climate Change In-Depth Technology Needs Assessment – Energy Sector.* Évaluation réalisée par le bureau d'études Commerce, Development and Environment (CDE) Pvt. Ltd. pour le compte du Ministère de l'environnement, de l'énergie et de l'eau, juillet.

République des Maldives (2007b) *In-Depth Technology Needs Assessment – Transport Sector.* Évaluation réalisée par Ahmed Adham Abdulla, du bureau d'études Commerce, Development and Environment (CDE) Pvt. Ltd., pour le compte du Ministère de l'environnement, de l'énergie et de l'eau, septembre.

Rojahn, S. Y. (2012) Tracking dengue fever by smartphone and predicting outbreaks online. *MIT Technology Review* : Massachusetts, États-Unis.

Saez, L. (2012) *The South Asian Association for Regional Cooperation (SAARC): An Emerging Collaboration Architecture*. Routledge.

Valk, J.-H., Rashid, A. T. et Elder, L. (2010). Using Mobile Phones to Improve Educational Outcomes: an Analysis of Evidence from Asia. *The International Review of Research in Open and Distance Learning,* 11 : p. 117-140.

Van Alphen, K. *et al.* (2008) Renewable energy technologies in the Maldives: realizing the potential. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 12, p. 162-180.

Dilupa Nakandala, née en 1972 à Sri Lanka, est titulaire d'un doctorat en études de l'innovation délivré par l'Université occidentale de Sydney, où elle exerce comme chercheuse et chargée des relations de recherche au sein de l'École de commerce. Elle possède plus de sept ans d'expérience en tant que chercheuse et enseignante dans les domaines de la gestion de l'innovation, de la technologie, de l'entrepreneuriat, de la chaîne logistique et du commerce international.

Ammar A. Malik, né en 1984 au Pakistan, est titulaire d'un doctorat en politiques publiques délivré en 2014 par l'École des affaires politiques, gouvernementales et internationales de l'Université George Mason (États-Unis). Il travaille actuellement comme associé de recherche au Centre sur le développement international et la gouvernance de l'Urban Institute à Washington, D.C. (États-Unis).

REMERCIEMENTS

Les auteurs souhaitent adresser leurs remerciements à M. Hari Sharma, directeur de l'Alliance pour le dialogue social au Népal, pour ses avis éclairés sur le développement de la STI au Népal, et à Mme Sirimali Fernando, directrice générale du Secrétariat de coordination de la STI à Sri Lanka, pour ses informations sur la mise en œuvre des stratégies de STI à Sri Lanka et ses dynamiques actuelles.

Les auteurs remercient par ailleurs M. Mukhtar Ahmed, président de la Commission de l'enseignement supérieur du Pakistan, et M. Atta ur Rahman, son prédécesseur, pour leurs observations précieuses sur la réforme nationale de l'enseignement supérieur, ainsi que M. Mustafa Naseem, de l'Université des technologies de l'information du Pendjab, pour son aide dans la préparation de l'étude de cas sur la dengue.

Enfin, que soient remerciés le Ministère de l'enseignement supérieur de l'Afghanistan et Ahmad Zia Ahmadi, du Bureau de l'UNESCO à Kaboul, pour les informations et les données sur l'avancement de la réforme nationale de l'enseignement supérieur, ainsi que la rédactrice en chef du présent rapport, Susan Schneegans, pour son aide dans la rédaction du profil de pays sur l'Afghanistan.



Le gouvernement devrait soutenir l'émergence de start-up à vocation technologique afin d'étendre la culture de l'innovation en Inde.

Sunil Mani

Les sociétés indiennes détiennent la plupart des brevets pharmaceutiques, mais dans le domaine des logiciels informatiques, ce sont les sociétés étrangères installées en Inde qui l'emportent.

Photo © A and N photography/Shutterstock.com

22. Inde

Sunil Mani

INTRODUCTION

Croissance sans emploi : une préoccupation émergente

Pour la première fois de son histoire, l'économie indienne a enregistré une croissance annuelle d'environ 9 % entre 2005 et 2007. Depuis 2008 et la crise financière mondiale, l'envolée du PIB s'est sensiblement ralentie (environ 5 % par an). On a cependant constaté de brefs rebonds entre 2009 et 2011 (tableau 22.1).

Ces dernières années ont été contrastées en Inde. Parmi les éléments positifs, citons la réduction systématique du taux de pauvreté, les améliorations des fondamentaux macroéconomiques qui étayent la croissance économique, l'augmentation des flux entrants et sortants des investissements directs étrangers (IDE) et, depuis 2005, le positionnement du pays en tant que leader mondial des exportations de services informatiques et en tant que pôle des dénommées « innovations frugales », dont certaines sont exportées vers les pays occidentaux. Parmi les éléments négatifs figurent l'inégalité croissante de la répartition des revenus, le taux d'inflation élevé et le déficit actuel, ainsi que la faible création d'emplois en dépit de la croissance économique, un phénomène connu sous l'euphémisme de « croissance sans emploi ». Comme nous allons le voir, les politiques publiques ont cherché à réduire les effets délétères de ces faiblesses sans pour autant nuire aux atouts du pays.

Venez fabriquer en Inde !

En mai 2014, le parti Bharatiya Janata a remporté les élections législatives avec une majorité de sièges au parlement (52 %), une première depuis trente ans, et s'apprêtait à gouverner sans le soutien d'autres partis. Le Premier Ministre Narendra Modi aura ainsi les mains libres pour mettre en œuvre son programme jusqu'aux prochaines élections générales en 2019.

Dans son discours prononcé à l'occasion de la Journée de l'indépendance, le 15 août 2014, le Premier Ministre a vanté les mérites d'un nouveau modèle économique axé sur la fabrication et l'export. Il a encouragé les sociétés nationales et étrangères à fabriquer en Inde des produits destinés à l'exportation, lançant à plusieurs reprises le slogan « Come manufacture in India! » (Venez fabriquer en Inde !). À l'heure actuelle, l'économie indienne repose surtout sur le secteur des services (57 % du PIB), l'industrie venant loin derrière (25 % du PIB, dont un peu plus de la moitié, 13 % en 2013, provenait du secteur manufacturier[1]).

La nouvelle stratégie de croissance du gouvernement[2], calquée sur celle des pays d'Asie de l'Est et centrée sur le développement du secteur manufacturier et des infrastructures lourdes, est également voulue par l'évolution démographique : chaque année, 10 millions de jeunes Indiens arrivent sur le marché de l'emploi. Le pays est par ailleurs confronté à un fort exode rural. Si le secteur des services a stimulé la croissance au cours des dernières années, il n'a pas créé suffisamment de postes : en effet, il n'emploie[3] qu'environ un quart de la population active.

1. La *Politique nationale de fabrication* (2011) vise à porter la part du secteur manufacturier de 15 % à environ 25 % du PIB d'ici 2022. La politique propose en outre d'accroître la part des produits manufacturés de haute technologie (industries aérospatiale, pharmaceutique, chimique, électronique et des télécommunications) d'ici 2022, en augmentant, d'une part, leur production (de 1 % à au moins 5 %) et, d'autre part, leurs exportations (actuellement de 7 %).

2. Le modèle de croissance de l'Asie de l'Est est fondé sur le rôle de premier plan de l'État dans l'augmentation globale du taux d'investissement national, et plus spécifiquement dans les industries manufacturières.

3. Le faible niveau de création d'emplois peut s'expliquer par la composition du secteur des services : le commerce de gros et de détail arrive en tête (23 %), suivi de l'immobilier, de l'administration publique et de la défense (environ 12 % chacun) et enfin du bâtiment (quelque 11 %). Voir Mukherjee (2013).

Tableau 22.1 : **Entre optimisme et inquiétude : performances socioéconomiques de l'Inde, 2006-2013**

	2006	2008	2010	2012	2013
Taux de croissance du PIB réel (%)	9,3	3,9	10,3	4,7	4,7
Taux d'épargne (% du PIB)	33,5	36,8	33,7	31,3	30,1
Taux d'investissement (% du PIB)	34,7	38,1	36,5	35,5	34,8
Pourcentage de la population vivant en dessous du seuil de pauvreté (%)	37,20^{-1}	–	–	21,9	–
Population privée d'accès aux installations d'assainissement améliorées (%)	–	–	–	64.9^{-1}	–
Population privée d'accès à l'électricité (%)	–	–	–	24.7^{-1}	–
Afflux nets d'IDE (en milliards de dollars É.-U.)	8,90	34,72	33,11	32,96	30,76^{+1}
Flux sortants nets d'IDE (en milliards de dollars É.-U.)	5,87	18,84	15,14	11,10	9,20^{+1}
Part de l'Inde dans les exportations mondiales de services de logiciels informatiques (%)	15,4	17,1	17,5	18,1	–
Inflation, prix à la consommation (%)	6,15	8,35	11,99	9,31	10,91
Inégalités en matière de revenus (indice de Gini)	33,4		35,7	–	–
Croissance sans emploi (ratio de croissance des effectifs dans le secteur formel)	0,20	0,12	0,22	–	–

+n/-n : les données correspondent à un nombre *n* d'années avant ou après l'année de référence.
Source : Organisation centrale de statistique de l'Inde ; Reserve Bank of India ; PNUD (2014) ; Programme mondial pour l'évaluation des ressources en eau (2014) *World Water Development Report: Water and Energy.*

Le gouvernement aura notamment pour tâche de créer un environnement fiscal et réglementaire plus propice aux affaires. Pour connaître le même succès que les pays d'Asie de l'Est, l'Inde devra également relever son ratio d'investissement fixe bien au-delà des 30 % actuels (Sanyal, 2014).

Dans son discours, Narendra Modi a aussi annoncé la dissolution de la Commission nationale de planification. C'est là une des réorientations politiques les plus importantes en Inde depuis la publication du *Rapport de l'UNESCO sur la science 2010*. Cette décision a sonné le glas du modèle de planification du développement en vigueur en Inde depuis 65 ans, qui s'est traduit par une longue série de plans de développement à moyen terme assortis d'objectifs spécifiques. Le 1er janvier 2015, le gouvernement a annoncé que l'Institution nationale pour la transformation de l'Inde (NITI Ayog) prendrait le relais de la Commission nationale de planification. Le rôle de ce nouveau groupe de réflexion sur les questions liées au développement sera de produire des rapports sur des points stratégiques qui seront ensuite discutés par le Conseil national de développement, auquel participent tous les ministres principaux. Rompant avec les anciennes pratiques, l'Institution accordera aux 29 États indiens un rôle nettement plus déterminant dans l'élaboration et la mise en œuvre des politiques que son prédécesseur. Elle contribuera également activement aux mécanismes de mise en œuvre parrainés par le gouvernement central.

Ce changement d'organe n'affectera en rien le *Douzième plan quinquennal* (2012-2017). Jusqu'à maintenant, la Commission de planification avait coordonné le large éventail d'institutions soutenant l'évolution technologique, en grande partie dans le cadre de ces plans quinquennaux. Citons, entre autres, le Conseil scientifique auprès du Premier Ministre, le Conseil national d'innovation et le Ministère de la science et de la technologie. Cette fonction de coordination sera dorénavant assurée par la NITI Ayog.

En 2014, le nouveau gouvernement a présenté deux propositions concernant la science. La première consistait à adopter une politique globale en matière de brevets. La deuxième suggérait que les chercheurs expérimentés des laboratoires publics enseignent les sciences dans les établissements d'enseignement primaire, secondaire et supérieur afin d'améliorer la qualité de l'éducation scientifique. Un comité d'experts a été chargé d'élaborer la politique sur les brevets. Cependant, le projet de rapport présenté par le comité en décembre 2014 ne prévoit pas de réforme de la politique actuelle, mais encourage le gouvernement à populariser une culture des brevets parmi les investisseurs potentiels des secteurs économiques formel et informel. Il suggère en outre que le régime des brevets de l'Inde adopte des modèles d'utilité afin d'encourager les petites et moyennes entreprises (PME) à être plus innovantes.

La politique étrangère de l'Inde ne constituera pas une rupture avec le passé

La politique étrangère du gouvernement de Narendra Modi ne devrait pas s'éloigner du modèle des administrations précédentes qui, fidèles au précepte de Jawaharlal Nehru, chef du premier gouvernement de l'Inde, ont considéré que « la politique étrangère est, en dernière instance, le résultat de la politique économique ». En 2012-2013, les trois plus grands marchés d'exportation de l'Inde étaient les Émirats arabes unis, les États-Unis et la Chine. Le fait que Narendra Modi ait invité tous les chefs de gouvernement de l'Association sud-asiatique de coopération régionale (ASACR)[4] à sa cérémonie d'investiture le 26 mai 2014, ce qu'aucun de ses prédécesseurs n'avait fait, est parlant. Tous ont d'ailleurs accepté son invitation. De plus, à l'occasion du sommet de l'ASACR en novembre 2014, Narendra Modi a demandé à tous ses membres de multiplier les possibilités d'investissement des sociétés indiennes dans leur pays, en échange d'un meilleur accès au vaste marché de consommation de l'Inde (voir p. 569).

Dans le domaine de l'innovation, les pays occidentaux demeureront sans doute les principaux partenaires commerciaux de l'Inde en dépit de ses liens avec les autres BRICS (Brésil, Fédération de Russie, Chine et Afrique du Sud) qui ont donné lieu à la conclusion d'un accord en juillet 2014 portant création de la Nouvelle banque de développement (ou Banque de développement des BRICS), qui a pour vocation première les prêts aux infrastructures[5].

Trois facteurs expliquent la dépendance continue de l'Inde à l'égard de la science et de la technologie occidentales. Le premier est la présence croissante des multinationales occidentales dans les zones industrielles du pays. Le deuxième tient aux nombreux rachats de sociétés étrangères par des sociétés indiennes, généralement dans des économies de marché développées. Le troisième est lié à la récente augmentation du nombre d'étudiants indiens en science et en ingénierie dans les universités occidentales, désormais très nombreux ; les échanges universitaires entre l'Inde et les pays occidentaux sont par conséquent en très nette hausse.

La croissance économique a dynamisé la production de la R&D

Ces cinq dernières années, tous les indicateurs de production de la recherche et développement (R&D) ont rapidement progressé, aussi bien en ce qui concerne la délivrance de brevets à l'échelle nationale et internationale et la part des exportations de haute technologie dans le total des exportations que le nombre de publications scientifiques (figure 22.1). L'Inde a continué de renforcer ses capacités dans des domaines de haute technologie tels que la technologie spatiale, les produits pharmaceutiques et les services informatiques.

Deux exemples récents illustrent le chemin parcouru par l'Inde ces dernières années : sa position de leader mondial des exportations d'ordinateurs et de services informatiques depuis 2005 et le succès de sa première mission spatiale vers Mars[6] en septembre 2014, qui a propulsé l'innovation frugale vers de nouveaux sommets : sa sonde Mangalyaan n'a coûté que 74 millions de dollars des États-Unis , une bagatelle comparée à la sonde Maven (671 millions de dollars É.-U.) mise au point par la

4. L'encadré 21.1 fournit de plus amples détails sur l'Université de l'Asie du Sud, un projet de l'ASACR.

5. Les cinq BRICS contribuent à parts égales à la Banque, dont le capital initial est de 100 milliards de dollars des États-Unis. Son siège se trouve à Shanghai (Chine) et sa succursale régionale en Afrique du Sud ; l'Inde exerce la présidence.

6. Lancée depuis la base de Sriharikota, sur la côte est de l'Inde, la sonde Mangalyaan étudie l'atmosphère de la planète rouge dans l'espoir d'y déceler du méthane, un indicateur de vie microbienne. Elle ne cessera d'envoyer des données vers la Terre que lorsqu'elle sera à cours de carburant.

Figure 22.1 : **Tendances en matière de publications scientifiques en Inde, 2005-2014**

Forte reprise des publications en 2012



0,76

Taux moyen de citation des publications scientifiques indiennes, 2009-2012 ; la moyenne pour le G20 est de 1,02.

6,4 %

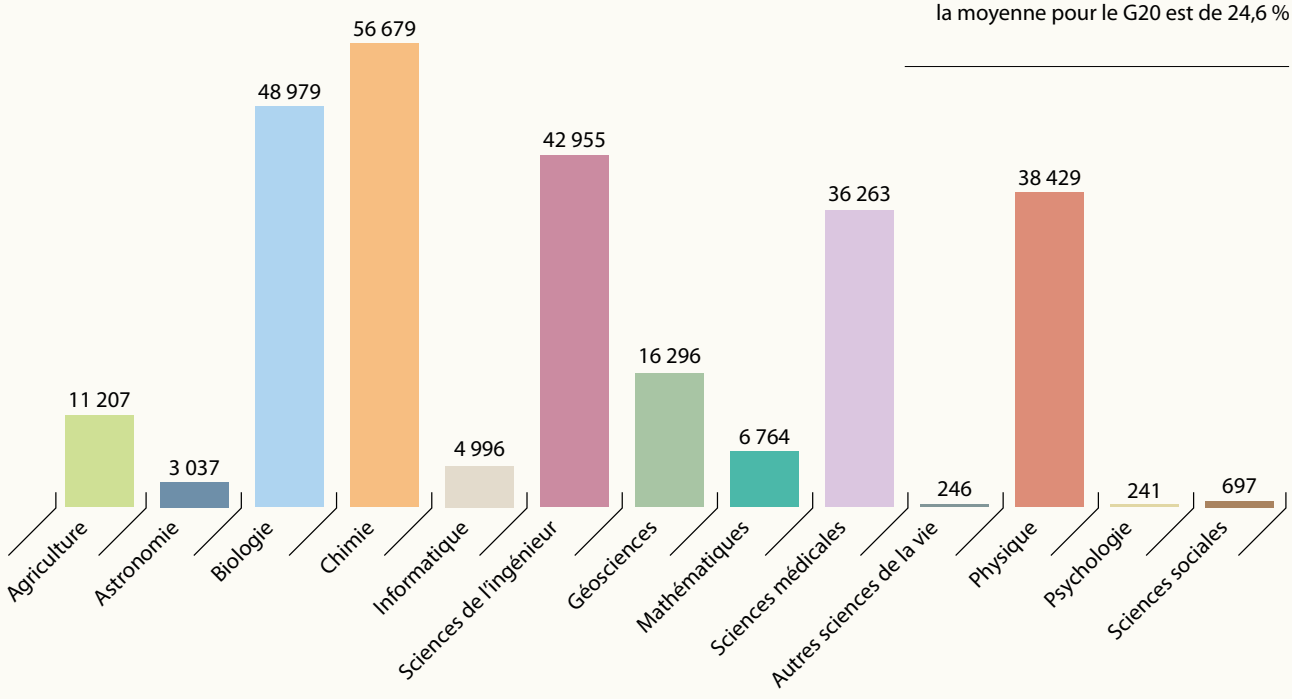
Part des articles indiens dans les 10 % les plus cités, 2009-2012 ; la moyenne pour le G20 est de 10,2 %.

21,3 %

Pourcentage d'articles indiens ayant au moins un coauteur étranger, 2008-2014 ; la moyenne pour le G20 est de 24,6 %

La production scientifique indienne est assez diversifiée

Totaux cumulés par discipline, 2008-2014



Les États-Unis demeurent le principal partenaire scientifique de l'Inde

Principaux partenaires étrangers, 2008-2014 (en nombre d'articles)

	1er partenaire	2e partenaire	3e partenaire	4e partenaire	5e partenaire
Inde	États-Unis (21 684)	Allemagne (8 540)	Royaume-Uni (7 847)	Rép. de Corée (6 477)	France (5 859)

Source : Plate-forme de recherche Web of Science de Thomson Reuters, Science Citation Index Expanded ; traitement des données par Science-Metrix.

NASA (Administration nationale de l'aéronautique et de l'espace des États-Unis), et qui est arrivée dans l'orbite de Mars trois jours à peine avant Mangalyaan. Avant cet exploit, seuls l'Agence spatiale européenne, les États-Unis et l'ancienne Union soviétique avaient réussi à atteindre l'atmosphère de Mars ; sur les 41 tentatives précédentes, 23 avaient échoué, dont des missions chinoises et japonaises.

L'Inde participe également à certains projets scientifiques parmi les plus sophistiqués au monde. La Commission nationale de l'énergie atomique a ainsi participé à la construction du plus grand et du plus puissant accélérateur de particules au monde, le Grand collisionneur de hadrons (LHC), en service depuis 2009 au CERN (Organisation européenne pour la recherche nucléaire), en Suisse ; en outre, plusieurs institutions indiennes collaborent à un projet expérimental de plusieurs années [7] qui a recours au LHC. L'Inde participe actuellement à la construction d'un autre accélérateur de particules, l'installation FAIR (Facility for Antiproton and Ion Research) en Allemagne, où travailleront des scientifiques d'environ 50 pays à compter de 2018. Le projet ITER (International Thermonuclear Experimental Reactor), un réacteur expérimental thermonucléaire international, en construction en France jusqu'en 2018, compte également l'Inde parmi ses participants.

Le domaine de la science a connu des hauts et des bas, dans un pays traditionnellement pourtant plus attaché à la production scientifique que technologique. Cela explique le dynamisme des sociétés exigeant des compétences scientifiques (pharmaceutiques, par exemple) par rapport à celles nécessitant des compétences en matière d'ingénierie.

Ces dernières années, le secteur des entreprises commerciales n'a cessé de croître. Cette tendance, qui transforme rapidement le paysage indien, mérite d'être analysée. Les trois principales industries – pharmaceutique, automobile et des logiciels – sont axées sur le commerce. Même l'innovation frugale semble être orientée vers la fourniture de produits et de services. Parmi les organismes publics, l'industrie de la défense domine la R&D mais, jusqu'à présent, a peu transféré de technologies vers la société civile. Cette situation est sur le point de changer.

Le gouvernement investit dans de nouveaux domaines comme la conception aéronautique, les nanotechnologies et les sources d'énergie verte, en vue de soutenir les capacités nationales en matière de haute technologie. Il s'appuie en outre sur les capacités nationales en technologies de l'information et de la communication (TIC) pour resserrer l'écart entre les milieux urbain et rural, et met en place des centres d'excellence agronomique pour corriger la chute préoccupante des rendements de certaines cultures alimentaires de base.

Comme le signale le *Rapport de l'UNESCO sur la science 2010*, l'industrie s'est récemment plainte de la forte pénurie de personnel qualifié. La recherche universitaire s'essouffle également. En effet, les universités n'assurent plus que 4 % de la R&D en Inde. Afin de corriger ce déséquilibre, le gouvernement a mis en place ces 10 dernières années plusieurs mécanismes, dont nous analyserons l'efficacité dans la dernière partie du présent chapitre.

TENDANCES EN MATIÈRE DE RECHERCHE INDUSTRIELLE

La R&D commerciale se développe mais l'intensité globale de la R&D ne suit pas la même tendance

Le seul indicateur clé qui a stagné ces dernières années est l'effort consenti par l'Inde en matière de R&D. La croissance économique soutenue a donné un coup d'élan aux dépenses intérieures brutes de recherche et développement (DIRD) qui sont passées de 27 milliards de dollars PPA à 48 milliards entre 2005 et 2011 ; cependant, cette croissance annuelle de 8 % (en dollars PPA constants) a seulement permis de maintenir le ratio national DIRD/PIB au même niveau entre 2005 et 2011, à savoir 0,81 %.

La *Politique scientifique et technologique* (2003) de l'Inde n'ayant pas atteint son objectif de hisser les DIRD à 2,0 % du PIB en 2007, le gouvernement s'est vu contraint de repousser l'échéance à 2018 dans le cadre de la dernière *Politique des sciences, de la technologie et de l'innovation* (2013). Pour sa part, la Chine est en passe d'atteindre son objectif et d'augmenter ses DIRD de 1,39 % du PIB en 2006 à 2,50 % en 2020. En 2013, son ratio DIRD/PIB était de 2,08 %.

Les *Politiques scientifiques et technologiques* de 2003 et 2013[8] mettent l'accent sur l'importance des investissements privés pour développer les capacités technologiques de l'Inde. Le gouvernement a mis en place des incitations fiscales pour encourager les entreprises nationales à consacrer plus de ressources à la R&D. Cette politique a évolué au cours du temps pour devenir l'un des régimes d'incitation en matière de R&D les plus généreux au monde : en 2012, un quart de la R&D industrielle exécutée en Inde était subventionné (Mani, 2014). Il s'agit maintenant de savoir si ces subventions ont stimulé les investissements en R&D du secteur des entreprises commerciales.

Il ne fait aucun doute que les sociétés publiques et privées jouent aujourd'hui un rôle plus actif : en 2011, elles assuraient près de 36 % de la R&D contre 29 % en 2005. En 2013, les sociétés privées détenaient environ 80 % des brevets nationaux et internationaux décernés à des inventeurs indiens cette année-là (exception faite des particuliers). En conséquence, les conseils de recherche jouent un rôle moindre dans la R&D industrielle.

L'innovation dominée par neuf secteurs industriels

Trois secteurs industriels (pharmaceutique, automobile et informatique) représentent à eux seuls plus de la moitié des dépenses de R&D des entreprises (figure 22.3) [DST, 2013].

7. Depuis novembre 2014, l'Institut indien de technologie, basé à Madras, est membre à part entière de l'expérience CMS (Compact Muon Selenoid) menée par le CERN et célèbre depuis la découverte du Boson de Higgs en 2013. L'Institut Tata de recherche fondamentale de Mumbai, le Centre de recherche atomique de Bhabha et les Universités de Delhi et du Pendjab en font partie depuis des années.

8. Il sera possible d'atteindre [un ratio DIRD/PIB de 2,0 %] au cours des cinq prochaines années si le secteur privé augmente ses investissements en R&D au moins au même niveau que le secteur public (le ratio actuel est d'environ 1 pour 3). Cet objectif semble raisonnable puisque les investissements en R&D industrielle ont bondi de 250 % et les ventes de 200 % entre 2005 et 2010… Tout en maintenant le niveau actuel de progression des investissements publics en R&D, un environnement propice sera mis en place pour stimuler les investissements privés en R&D (DST, 2013).

Autrement dit, les subventions n'ont pas permis d'étendre la culture de l'innovation[9] à un plus grand nombre d'industries manufacturières, mais ont seulement incité des industries à forte intensité de R&D, comme le secteur pharmaceutique, à engager encore plus de ressources dans la R&D. Le gouvernement serait bien avisé de mener une étude sérieuse sur l'efficacité de ces incitations fiscales. Il devrait également envisager d'octroyer des subventions aux entreprises pour les encourager à développer des technologies spécifiques.

Six domaines d'activité concentrent environ 85 % de la R&D. L'industrie pharmaceutique arrive encore en tête, suivie de l'automobile et l'informatique (en particulier les logiciels informatiques). Il est intéressant de relever le rôle déterminant joué par les logiciels informatiques dans les performances de la R&D. Les principales sociétés ont volontairement recours à la R&D pour continuer de progresser sur le plan technologique, rester compétitives et créer de nouveaux brevets.
Au sein de ces six industries, la R&D est le fait d'une poignée de grandes sociétés. D'après les données disponibles, cinq entreprises assurent plus de 80 % de la R&D dans l'industrie pharmaceutique : Dr Reddy's, Lupin, Ranbaxy, Cadila et Matrix. Dans le secteur de l'automobile, les deux principales sociétés sont Tata Motors et Mahindra. Les trois leaders de l'informatique sont Infosys, Tata Consultancy Services et Wipro.

9. Les consultations évoquées dans le Rapport de l'UNESCO sur la science 2010 (p. 366) n'ont été suivies d'aucune loi nationale sur l'innovation, le projet de loi n'ayant jamais été soumis au parlement.

Le gouvernement devrait soutenir l'émergence de start-up à vocation technologique afin d'étendre la culture de l'innovation en Inde. Les progrès technologiques ont permis de lever les obstacles traditionnels à l'accès des PME à la technologie. Elles ont désormais besoin d'accéder au capital-risque. Pour favoriser l'essor du capital-risque, le budget de l'État pour 2014-2015 prévoit l'établissement d'un fonds de 100 milliards de roupies (environ 1,3 milliard de dollars É.-U.) afin d'attirer des investissements susceptibles d'être réinjectés dans les start-up sous forme de prêts concessionnels et d'apports de fonds propres et de quasi-fonds propres, etc.

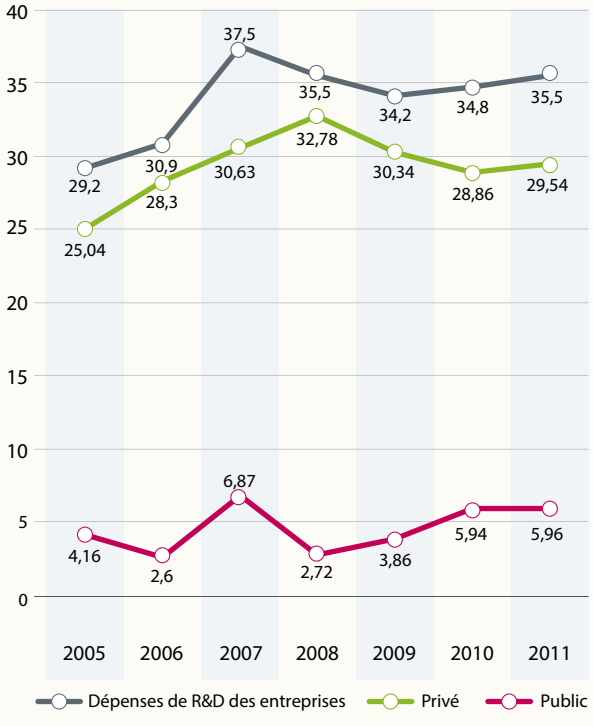
L'innovation se concentre dans seulement six États

Comme nous l'avons déjà signalé, l'innovation est le fait de seulement neuf industries. Le secteur manufacturier et l'innovation affichent également une concentration d'ordre géographique. À eux seuls, 6 États sur 29 représentent la moitié de la R&D, quatre cinquièmes des brevets et trois quarts des IDE. De plus, même au sein de chaque État, seules une ou deux villes sont des pôles de recherche (tableau 22.2) en dépit de la politique de développement régional résolue mise en place au cours des décennies précédant l'adoption de la politique de libéralisation économique (1991).

Les entreprises pharmaceutiques sont indiennes, les sociétés informatiques étrangères

L'analyse du nombre et du type de brevets délivrés aux sociétés indiennes par l'USPTO (Office des brevets et des marques des États-Unis) révèle des données intéressantes : le nombre total de brevets concédés à des inventeurs indiens et la part des brevets

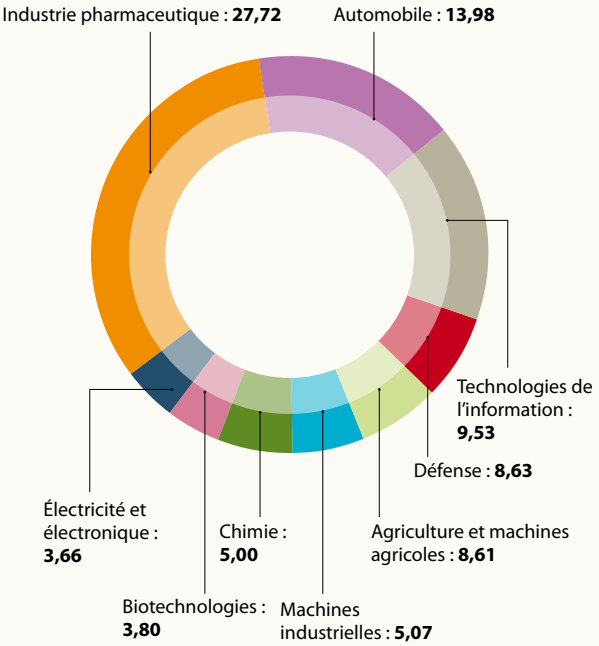
Figure 22.2 : **Tendances en matière de R&D des entreprises indiennes publiques et privées, 2005-2011 (%)**



Source : Institut de statistique de l'UNESCO ; DST (2013).

Figure 22.3 : **Principaux acteurs de l'industrie indienne, 2010 (%)**

En dépenses de R&D



Remarque : Les pourcentages étant arrondis, leur somme peut ne pas être égale à 100.
Source : DST (2013).

Tableau 22.2 : **Répartition des activités manufacturières et innovantes en Inde, 2010**

État	Villes principales	Dépenses de R&D (% du total)	Brevets délivrés (% du total)	Activités manufacturières à valeur ajoutée (% du total)	IDE (% du total)
Maharashtra	Mumbai, Pune	11	31	20	39
Goudjerat	Ahmedabad, Vadodara, Surat	12	5	13	2
Tamil Nadu	Chennai, Coimbatore, Madurai	7	13	10	13
Andhra Pradesh*	Hyderabad, Vijayawada, Visakhapatnam	7	9	8	5
Karnataka	Bangalore, Mysore	9	11	6	5
Delhi	Delhi	–	11	1	14
Total		46	80	58	78

Remarque : Depuis le 2 juin 2014, l'Andhra Pradesh est divisé en deux États, le Telangana et l'Andhra Pradesh. Hyderabad, entièrement située dans le Telangana, sera la capitale des deux États pendant dix ans.

Source : Organisation centrale de statistique de l'Inde ; DST (2013) ; Département de la politique et de la promotion industrielles.

liés à la haute technologie sont en nette hausse ; par ailleurs, la baisse du nombre de brevets dans le secteur pharmaceutique et l'essor des brevets informatiques illustrent clairement l'évolution actuelle de la spécialisation technologique (figure 22.4).

À cet égard, il importe de s'attarder sur la nationalité des sociétés détentrices de ces brevets. Pratiquement tous les brevets de l'USPTO déposés par des inventeurs indiens sont détenus par des entreprises pharmaceutiques indiennes. Comme l'indique le *Rapport de l'UNESCO sur la science 2010*, ces dernières ont étoffé leur portefeuille de brevets, même après la transposition dans le droit indien en 2005 de l'Accord sur les aspects des droits de propriété intellectuelle qui touchent au commerce (ADPIC). Les entreprises pharmaceutiques indiennes affichent d'ailleurs des résultats excellents pour tous les indicateurs d'activité[10] liés à l'innovation (Mani et Nelson, 2013). Il n'en va pas de même pour les brevets informatiques ou relatifs aux logiciels informatiques ; comme l'illustre la figure 22.4, presque tous ces brevets sont détenus par des multinationales qui ont installé des centres de R&D en Inde, afin de profiter de la main-d'œuvre compétente et bon marché dans le domaine du génie logiciel et de ses applications. La part croissante des brevets liés aux logiciels montre une nette augmentation des brevets indiens appartenant à des sociétés étrangères. Cette situation est symptomatique de la tendance à la mondialisation de l'innovation dans laquelle l'Inde, ainsi que la Chine, jouent un rôle déterminant. Nous analyserons cette évolution significative plus en détail ci-après.

10. À savoir, les indicateurs relatifs aux exportations, à la balance commerciale nette, aux dépenses afférentes à la R&D, aux brevets délivrés dans et en dehors de l'Inde ou au nombre de procédures allégées de demande d'enregistrement des nouveaux médicaments (ANDA) auprès du Secrétariat aux produits alimentaires et pharmaceutiques des États-Unis (FDA), qui indiquent que les pays possèdent les capacités technologiques requises pour la fabrication de médicaments génériques.

L'essor d'un capital national de connaissances n'a pas réduit la dépendance du pays vis-à-vis de l'étranger. Pour s'en convaincre, il suffit d'observer le commerce des produits technologiques en Inde, notamment la balance des paiements technologiques, c'est-à-dire l'écart de valeur entre les exportations et les importations de produits et services technologiques (figure 22.5).

L'Inde surfe sur la vague de la mondialisation pour développer l'innovation

Grâce à l'augmentation des IDE dans le secteur manufacturier et la R&D ces cinq dernières années, les multinationales étrangères jouent un rôle accru dans les domaines de l'innovation et du brevetage en Inde. En 2013, les sociétés étrangères représentaient 81,7 % des brevets nationaux délivrés par l'USPTO contre seulement 22,7 % en 1995 (Mani, 2014).

La principale difficulté politique sera de réinjecter les retombées positives de leurs activités dans l'économie locale, ce que ni la *Politique des sciences, de la technologie et de l'innovation* (2013) ni les politiques actuelles en matière d'IDE ne prennent explicitement en considération.

Parallèlement, les sociétés indiennes ont renforcé leur capital de connaissances en lançant plusieurs vagues de fusions et d'acquisitions de sociétés étrangères. La première a été l'acquisition par Tata du Corus Group plc (aujourd'hui Tata Steel Europe Ltd) en 2007, qui lui a permis d'accéder à la technologie de l'acier de construction automobile ; est venue ensuite, en décembre 2009, l'acquisition par Suzlon Energy Ltd du fabricant allemand d'éoliennes Senvion (anciennement REpower Systems). Citons, parmi d'autres exemples datant de 2014 :

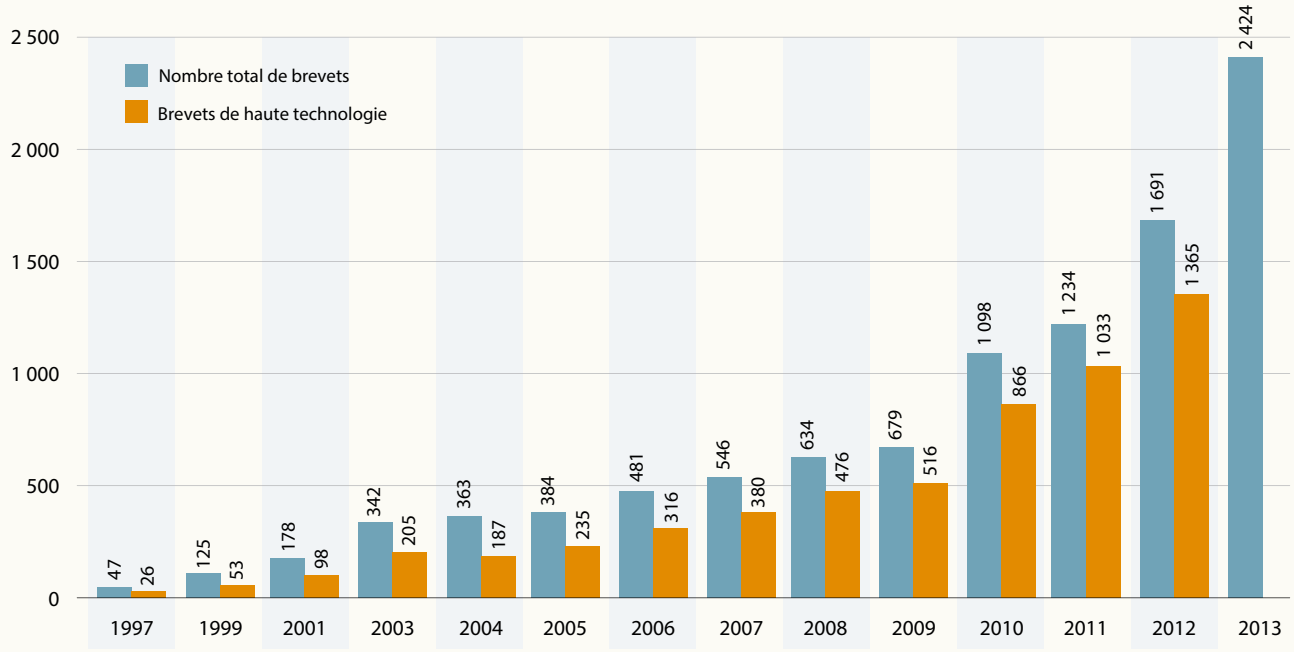
- L'ouverture d'une usine de production d'anticorps monoclonaux par la société pharmaceutique Glenmark à La Chaux-de-Fonds (Suisse) en juin, qui vient renforcer ses capacités internes en matière d'innovation et de développement et produit du matériel destiné au développement clinique des médicaments ;
- Le cinquième accord d'acquisition d'une société étrangère en un an par Cipla, qui a racheté 51 % des parts d'un fabricant et distributeur pharmaceutique au Yémen pour 21 millions de dollars des États-Unis ;
- L'acquisition par Motherson Sumi Systems Ltd de la société de câblage Stoneridge Inc. (Ohio, États-Unis) pour un montant de 65,7 millions de dollars des États-Unis ;
- L'offre ferme de rachat de 51 % de Peugeot scooters, le plus ancien fabricant de deux-roues motorisés au monde et filiale du groupe automobile Peugeot S.A., lancée par la branche deux-roues du groupe Mahindra (octobre 2014) pour 28 millions d'euros (environ 2,17 milliards de roupies).

Cette tendance est particulièrement prononcée dans les industries manufacturières comme l'acier, les produits pharmaceutiques, l'automobile, l'aérospatiale et l'éolien. Elle est également très forte dans les services, comme la conception logicielle et le conseil en gestion. De fait, ces fusions et acquisitions permettent aux nouvelles sociétés de disposer « du jour au lendemain » d'un capital de connaissances. La politique libérale du gouvernement

Figure 22.4 : **Tendances en matière de brevets indiens, 1997-2013**

La plupart des brevets délivrés aux inventeurs indiens relèvent de la haute technologie

Brevets d'utilité délivrés par l'USPTO



Source : USPTO ; NSB (2014).

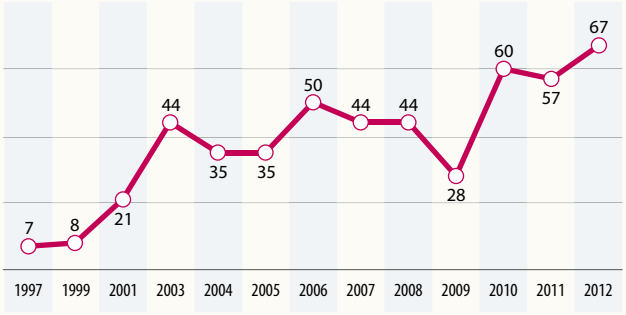
En Inde, la plupart des sociétés informatiques sont étrangères

	Brevets d'innovations informatiques (nombre)			Part (%)	
	Sociétés indiennes	Multi-nationales	Total	Sociétés indiennes	Multi-nationales
2008	17	97	114	14,91	85,09
2009	21	129	150	14,00	86,00
2010	51	245	296	17,23	82,77
2011	38	352	390	9,74	90,26
2012	54	461	515	10,49	89,51
2013	100	1 268	1 368	7,30	92,71

Source : Compilation de données de l'USPTO, 2014.

Le nombre de brevets dans les biotechnologies a doublé en dix ans

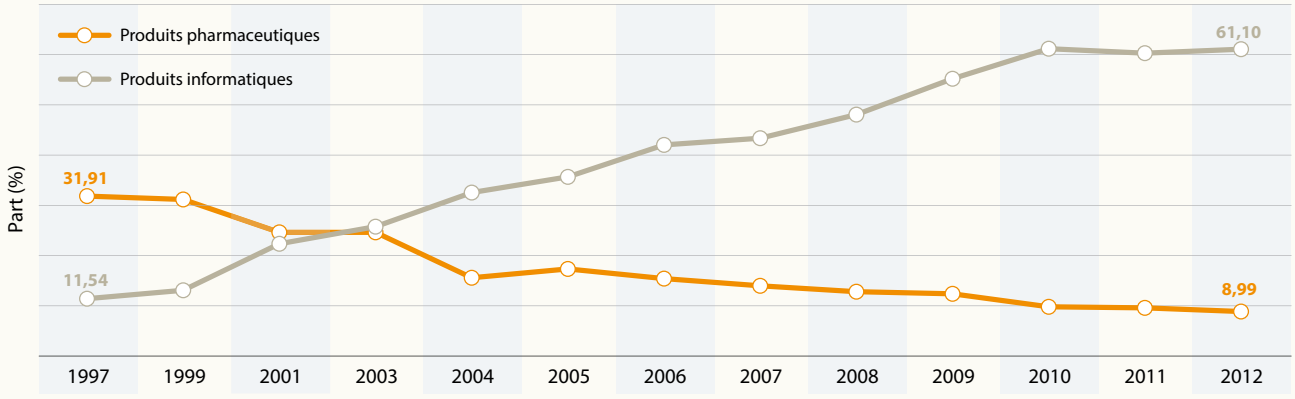
Brevets d'utilité délivrés par l'USPTO, 1997-2012



Source : D'après les données fournies en annexe, tableaux 6 à 48, NSB (2014).

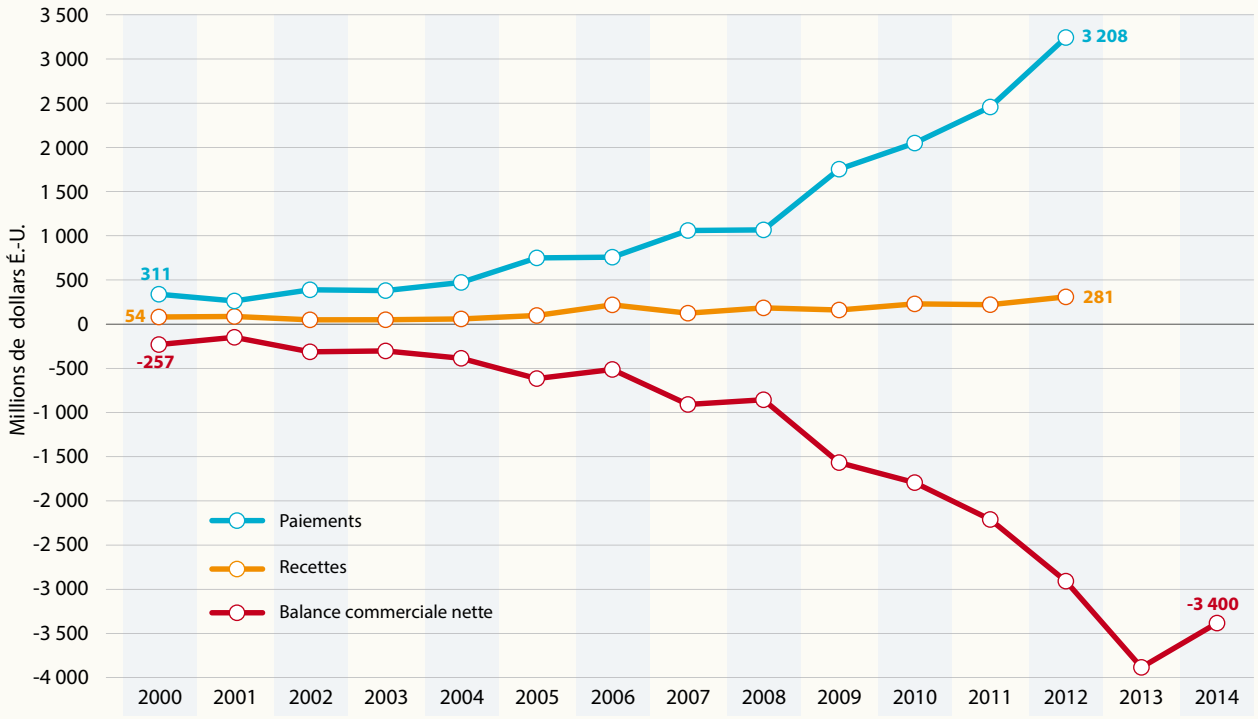
Six brevets sur 10 concernent désormais l'informatique, 1 sur 10 la pharmaceutique

Brevets d'utilité délivrés par l'USPTO (%)



Source : Compilation de données de l'USPTO, 2014.

Figure 22.5 : **Recettes, paiements et balance commerciale nette relatifs à l'utilisation des DPI*, 2000-2014**



** Droits de propriété intellectuelle .*

Source : Compilation de données diverses de la Reserve Bank of India.

en matière d'IDE dans la R&D, la levée des restrictions pesant sur les flux sortants d'IDE et les incitations fiscales à la R&D, encouragent les sociétés à saisir cette occasion. La mondialisation croissante de l'innovation en Inde représente une occasion exceptionnelle pour le pays, qui devient un centre d'activités de R&D incontournable pour les multinationales étrangères (figure 22.6). L'Inde est d'ailleurs aujourd'hui un exportateur majeur de R&D et de services d'essai vers l'un des plus grands marchés mondiaux en la matière, les États-Unis (tableau 22.3).

L'Inde est devenue un pôle de l'innovation frugale

L'Inde est aussi devenue un pôle de ce qu'il est donné d'appeler l'innovation frugale. Les produits et les procédés ont plus ou moins les mêmes caractéristiques et capacités que tout autre produit original, mais leur coût de production est sensiblement inférieur. Ils sont surtout répandus dans le secteur de la santé, en particulier en ce qui concerne les dispositifs médicaux. L'ingénierie ou l'innovation frugale crée des produits à forte valeur ajoutée à un coût extrêmement bas et à très grande échelle. Citons comme exemples les véhicules de tourisme et les appareils de tomographie. Des sociétés de tout type et de toute dimension ont recours à des méthodes frugales : les start-up, les sociétés indiennes bien établies et même les multinationales. Parmi ces dernières, certaines sont allées jusqu'à créer des centres de R&D étrangers en Inde afin d'intégrer l'innovation frugale à leur modèle commercial. L'Inde est non seulement créatrice de modèles de frugalité, mais elle les codifie et les exporte vers les pays occidentaux.

En dépit de son immense popularité, l'innovation frugale n'est pas promue explicitement par les politiques publiques en matière d'innovation ; cette omission devrait être corrigée et le phénomène de l'innovation frugale davantage étudié. Radjou *et al.* (2012) sont cependant parvenus à identifier un ensemble de produits et de services relevant de l'innovation frugale. L'encadré 22.1 et le tableau 22.4 fournissent plus d'informations à cet égard.

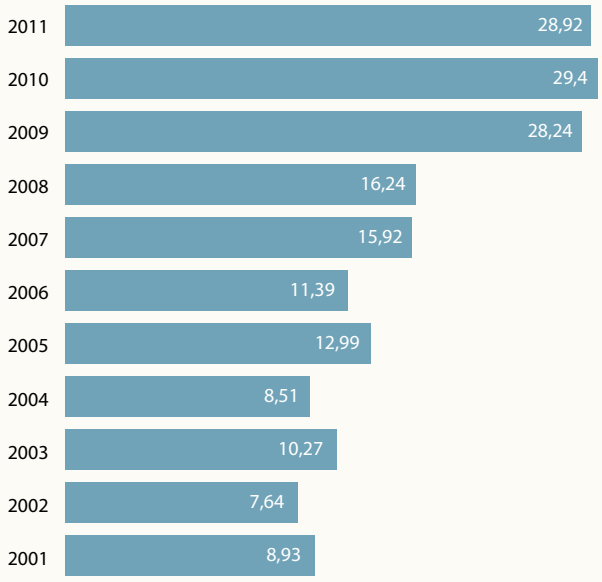
Tableau 22.3 : **Exportations de R&D et de services d'essai de l'Inde et de la Chine vers les États-Unis, 2006-2011**

	Exportations (en millions de dollars É.-U.)			Part des exportations nationales (%)	
	De l'Inde vers les États-Unis	De la Chine vers les États-Unis	Total des exportations de l'Inde et de la Chine vers les États-Unis	Inde	Chine
2006	427	92	9 276	4,60	0,99
2007	923	473	13 032	7,08	3,63
2008	1 494	585	16 322	9,15	3,58
2009	1 356	765	16 641	8,15	4,60
2010	1 625	955	18 927	8,59	5,05
2011	2 109	1 287	22 360	9,43	5,76

Remarque : Ce tableau ne présente que les exportations de services de R&D par les filiales de multinationales américaines en Inde et en Chine vers leur maison mère aux États-Unis.

Source : NSB (2014).

Figure 22.6 : **Part des entreprises étrangères dans la R&D réalisée en Inde (%), 2001-2011**



Source : Mani (2014).

Les sept caractéristiques de l'innovation frugale sont les suivantes :

- La plupart des produits et des services sont le fait de grandes sociétés structurées - et parfois de multinationales - issues des secteurs manufacturier et des services ;
- Les produits manufacturés requièrent généralement un volume assez important d'activités formelles de R&D ;
- Leur taux de diffusion a sensiblement varié, mais les données pertinentes sont rarement disponibles ; certains exemples d'innovation frugale parmi les plus applaudis, comme la micro-voiture de Tata, la Nano, ne semblent pas avoir séduit le marché ;
- Si l'ingénierie frugale supprime des fonctionnalités clés, elle est vouée à l'échec ; cela explique peut-être le fiasco de la première Nano ; le dernier modèle, la Nano Twist, possède plusieurs fonctionnalités propres aux voitures plus chères, comme le système électrique de direction assistée ;
- Les services frugaux ne s'appuient généralement pas sur la R&D, du moins pas la R&D sophistiquée, ni sur de nouveaux investissements ou technologies ; leur innovation peut tout simplement relever du mode d'organisation de la chaîne d'approvisionnement ;
- Les services ou les procédés relèvent parfois d'un environnement spécifique et, en tant que tels, ne peuvent être reproduits ailleurs ; ainsi, les *Dabbawalas* (porteurs de gamelles) de Mumbai ne se sont jamais exportés vers d'autres villes indiennes, bien qu'ils soient considérés comme un modèle efficace de gestion de la chaîne d'approvisionnement ;
- La plupart des produits transférés de l'Inde aux pays occidentaux ont trait à des dispositifs médicaux.

TENDANCES EN MATIÈRE DE RECHERCHE PUBLIQUE

Le gouvernement est le premier employeur de personnel scientifique

46 chercheurs sur 100 travaillent pour le gouvernement, 39 pour l'industrie, 11 pour le secteur universitaire et 4 pour le secteur privé à but non lucratif. Le gouvernement fait ainsi figure de principal employeur de personnel scientifique. La majorité des dépenses au titre du budget de R&D sont réalisées par le secteur public (60 %), contre 35 % pour l'industrie et seulement 4 % pour les universités.

Encadré 22.1 : L'innovation frugale en Inde

En Inde, faire de son mieux avec moins est depuis longtemps une réalité assumée et inévitable dans les secteurs des services et de la fabrication de biens. Fidèles au proverbe « Nécessité est mère d'invention », les Indiens ont toujours eu recours à l'improvisation, mieux connue sous le nom hindi de *jugaad*, pour trouver des solutions efficaces aux problèmes.

Si le taux de pauvreté a diminué en Inde, un habitant sur cinq vit encore sous le seuil de pauvreté (tableau 22.1). Le pays continue d'abriter le plus grand nombre de personnes démunies au monde : plus de 270 millions en 2012.

Les biens et les services de qualité doivent donc être abordables pour être utilisés par la masse des consommateurs qui se trouvent au bas de la pyramide. Ce phénomène a donné lieu à ce qu'il est de plus en plus courant d'appeler l'innovation frugale ou l'ingénierie frugale.

Bien que répandue dans un large éventail d'industries manufacturières et de services, l'ingénierie frugale est surtout appliquée aux dispositifs médicaux. L'Inde et l'Université de Stanford ont mis en place une initiative de bioconception (Stanford–India Biodesign Project, SIBDP) qui a donné un sérieux coup de pouce à l'innovation frugale. Lancée en 2007, elle a donné lieu à la mise au point de dispositifs médicaux innovants à bas coût (Brinton *et al.*, 2013), deux caractéristiques propres à l'innovation frugale. En huit ans d'existence, le SIBDP a facilité la création de quatre start-up indiennes qui ont inventé des dispositifs médicaux particulièrement utiles. Citons, entre autres, un dispositif intégré de réanimation néonatale, une méthode sûre et non invasive de dépistage de déficiences auditives chez les nourrissons, un dispositif économique d'immobilisation des membres en cas d'accident de la route et une solution de substitution aux intraveineuses difficiles en cas d'urgence médicale.

Source : Données compilées par l'auteur.

Tableau 22.4 : **Exemples d'innovation frugale en Inde**

INNOVATION	SOCIÉTÉ CONCEPTRICE	DIFFUSION
BIENS		
MICRO-VOITURE DE TOURISME, LA NANO DE TATA Quasi-monopole dans ce créneau. Le prix de la première Nano était d'environ 2 000 dollars É.-U.	**Tata**	Taux d'acceptation très faible, reflété par la chute des ventes. La voiture est arrivée sur le marché en 2009. Les ventes ont atteint leur point culminant en 2011-2012 (74 521 exemplaires vendus), avant de descendre l'année suivante jusqu'à 53 847 puis jusqu'à seulement 21 130 en 2013-2014.
ANTENNE-RELAIS SOLAIRE DE TÉLÉPHONIE MOBILE Ce système permet aux habitants des zones rurales d'utiliser la téléphonie mobile. WorldGSM™ est le premier système mondial de communications mobiles indépendant du réseau électrique à être commercialisé avec succès. Il fonctionne exclusivement à l'énergie solaire et ne nécessite aucun groupe électrogène diesel. Son système de livraison et de déploiement est simple et peut être pris en charge par des travailleurs locaux sans formation.	**VNL Limited**	Aucune donnée relative à son déploiement n'est disponible.
ÉLECTROCARDIOGRAPHE PORTABLE (ECG) Le prix du GE MAC 400 est d'environ 1 500 dollars É.-U. et son poids approximatif de 1,3 kg contre 10 000 dollars et 6,8 kg pour un modèle courant.	**General Electric Healthcare**	Aucune donnée relative à sa diffusion n'est disponible. Le produit a cependant été très bien reçu par le marché et General Electric a exporté cette technologie vers la maison mère aux États-Unis.
RÉFRIGÉRATEUR PORTABLE D'une capacité de 35 litres, il fonctionne avec des batteries et coûte environ 70 dollars É.-U. Il permet de conserver des fruits, des légumes et du lait dans les petites localités rurales. Son nom commercial est *Chotukool*.	**Godrej**, une société indienne	Godrej a noué un partenariat avec la poste indienne pour diffuser le produit. Des données non confirmées font état de 100 000 exemplaires vendus pendant les deux premières années de production.
DISTRIBUTEUR AUTOMATIQUE DE BILLETS À TRÈS FAIBLE CONSOMMATION D'ÉNERGIE Fonctionnant à l'énergie solaire, son nom commercial est Gramateller.	**La société indienne Vortex** et **l'Institut indien de technologie de Madras**	Des banques de premier ordre, dont la State Bank of India, HDFC et Axis Bank, mettent les distributeurs conçus et fabriqués par Vortex au service de leurs clients en zone rurale.
NOUVEAUX FOUR ET COMBUSTIBLE DE CUISSON Oorja comprend un dispositif (fourneau) de micro-gazéification et un combustible à base de biomasse.	**La société indienne** First Energy	D'après le site Internet de la société, elle compte environ 5 000 clients.
SERVICES		
CHIRURGIE OPHTALMIQUE À BAS COÛT ET À GRANDE ÉCHELLE	**Arvind Eye Care System**	En 2012-2013, l'hôpital a effectué 371 893 interventions chirurgicales.
MATERNITÉS ABORDABLES Ces établissements proposent des soins de santé maternelle de qualité à des prix de 30 à 40 % inférieurs à ceux du marché.	**Life Spring**	Life Spring gère actuellement 12 hôpitaux à Hyderabad et prévoit d'étendre son réseau à d'autres villes.
SERVICES FINANCIERS À BAS PRIX En plus de proposer ses services par l'intermédiaire des commerçants, la société Eko s'appuie sur la connectivité en matière de télécommunications et l'infrastructure bancaire pour étendre ses services bancaires sans agence au citoyen lambda. Elle a aussi noué des partenariats avec des institutions pour proposer des services de paiement, d'encaissement et de décaissement de fonds. Grâce aux guichets d'Eko (points de vente chez les commerçants), les clients peuvent ouvrir des comptes d'épargne, déposer ou retirer des espèces de leur compte, envoyer des fonds dans tout le pays, recevoir des fonds de l'étranger, créditer leur forfait mobile ou payer de nombreux services. Un portable à bas coût permet de réaliser les transactions entre les détaillants et les clients.	**Eko**	Le nombre exact de guichets opérationnels n'est pas disponible

Source : Données compilées par l'auteur.

La R&D publique est prise en charge par un réseau de 12 ministères et organismes scientifiques, qui ont assumé environ la moitié des DIRD depuis 1991, mais dont la production n'a pratiquement aucun lien avec les entreprises commerciales publiques ou privées. La recherche fondamentale représente un quart de la recherche publique (23,9 % en 2010).

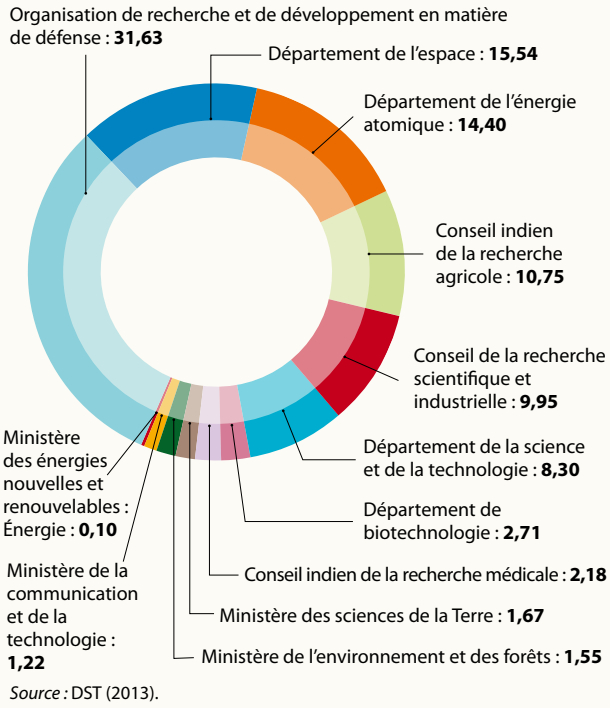
À elle seule, l'Organisation pour la recherche et développement en matière de défense (ORDD)[11] représentait environ 17 % des DIRD et un peu moins de 32 % des dépenses publiques en 2010, deux fois plus que le deuxième organisme le plus important, le Département de l'énergie atomique (DEA), dont la part est cependant passée de 11 % à 14 % entre 2006[12] et 2010, au détriment de l'ORDD et du Département de l'espace. Le gouvernement a légèrement augmenté les subventions octroyées au Conseil de la recherche scientifique et industrielle (CSIR) [9,3 % en 2006] au détriment du Conseil indien de la recherche agricole (11,4 % en 2006). Le Ministère des énergies nouvelles et renouvelables continue de recevoir la plus petite part du gâteau (figure 22.7).

L'adaptation des technologies de la défense à un usage civil constitue une première

La quasi-totalité de la production de la R&D en matière de défense est absorbée par le secteur militaire pour la mise au point d'armes, comme les missiles. Les résultats de ces recherches ne sont que rarement appliqués dans l'industrie civile, à l'inverse des États-Unis où de tels transferts sont légion. L'industrie aéronautique indienne illustre le gaspillage des capacités technologiques qui, bien que très répandues dans le domaine de l'aviation militaire, n'ont fait l'objet d'aucun transfert vers le secteur civil.

Le lancement en 2013 d'une initiative conjointe pour l'évaluation et la commercialisation accélérées de la technologie[13] entre l'ORDD et la Fédération des chambres de commerce et d'industrie indiennes (FICCI) marque à cet égard un tournant. L'objectif est de créer une filière commerciale permettant d'écouler les technologies de l'ORDD sur les marchés commerciaux nationaux et internationaux pour un usage civil. Ce programme est le premier en son genre pour l'ORDD. Vingt-six laboratoires de l'ORDD participaient au programme en 2014 ; pour sa part, la FICCI évaluait plus de 200 technologies de secteurs aussi divers que l'électronique, la robotique, la simulation et l'informatique de pointe, l'avionique, l'optronique, l'ingénierie de précision, les matériaux spéciaux, les systèmes d'ingénierie, l'instrumentation, les technologies acoustiques, les sciences de la vie, les technologies de gestion des catastrophes et les systèmes d'information.

Figure 22.7 : **Dépenses publiques destinées aux principaux organismes scientifiques de l'Inde, 2010 (%)**



Source : DST (2013).

Une nouvelle académie de la recherche scientifique et de l'innovation

Le CSIR possède un réseau de 37 laboratoires nationaux qui conduisent une recherche de pointe dans un large éventail de domaines, dont la radiophysique, la physique de l'atmosphère, l'océanographie, la pharmacie, la génomique, les biotechnologies, les nanotechnologies, le génie de l'environnement et l'informatique. Les 4 200 scientifiques du CSIR (3,5 % du total national) se surpassent : ils publient 9,4 % des articles indiens classés dans le Science Citation Index. Par ailleurs, le taux de commercialisation de brevets émanant des laboratoires du CSIR est supérieur à 9 %, alors que la moyenne mondiale est de 3 à 4 %[14]. Pourtant, d'après le Contrôleur et Vérificateur général, les chercheurs du CSIR n'entretiennent que peu de relations avec l'industrie.

Afin d'améliorer son profil, le CSIR a mis en place trois grandes stratégies depuis 2010. La première consiste à regrouper les compétences de différents laboratoires pour créer des réseaux qui se voient confier l'exécution de projets spécifiques. La deuxième tient à l'établissement de centres d'innovation afin de favoriser les interactions, en particulier avec les microentreprises et les PME. Jusqu'à présent, trois centres d'innovation ont vu le jour à Chennai, à Calcutta et à Mumbai. La troisième consiste à proposer des diplômes universitaires de deuxième et de troisième cycles dans des domaines hautement spécialisés qui ne sont généralement pas disponibles dans les universités traditionnelles ; cette initiative a entraîné la création de l'Académie de la recherche scientifique et de l'innovation (2010),

11. L'Inde, troisième puissance militaire mondiale, se classe au 10e rang des dépenses en matière de défense ; d'après la Banque mondiale, le budget indien de la défense représentait 2,4 % du PIB en 2013, en légère baisse par rapport à 2009 (2,9 %).

12. Pour des données complètes relatives à l'année 2006, voir le *Rapport de l'UNESCO sur la science 2010* (p. 371).

13. Il s'agit de l'un des quatre programmes réalisés par le Centre pour la commercialisation technologique, créé par la FICCI en 2006. Pour plus de détails, voir https://thecenterforinnovation.org/techcomm-goes-global

14. Ces chiffres sont basés sur la réponse à la question n° 998 posée le 17 juillet 2014 dans la chambre haute du Parlement indien, la *Rajya Sabha*.

qui a récemment remis ses premiers diplômes de master et de doctorat en science et en ingénierie.

Les conseils scientifiques indiens peuvent avoir recours aux services de la Société nationale pour la recherche et le développement (NRDC) qui fait office d'intermédiaire entre les organisations et les industries scientifiques souhaitant transférer les fruits de la R&D locale vers l'industrie. La NRDC possède plusieurs centres de facilitation technologique et de propriété intellectuelle et, dans les campus des principales villes du pays, des centres universitaires de facilitation de l'innovation. La NRDC a transféré approximativement 2 500 technologies et environ 4 800 contrats de licence depuis sa création en 1953. Le nombre de ses technologies sous licence est passé de 172 pendant la mise en œuvre du *Onzième plan quinquennal* (2002-2007) à 283 en 2012. Contrairement à ce que pourraient laisser penser ces exemples, la NRDC n'est généralement pas louée pour sa commercialisation des technologies mises au point par le système du CSIR.

Le financement n'est pas responsable de la baisse du rendement des cultures vivrières

Depuis le début du siècle, on assiste à la chute des rendements du blé et à la stagnation de ceux du riz (figure 22.8). Cette tendance préoccupante ne semble pas être liée à une diminution du financement. Au contraire, les fonds agricoles ont augmenté à tous les niveaux : en termes nominaux comme en termes réels, par habitant et globalement, et en comparaison du financement public de la recherche industrielle. La part de la recherche agricole dans le PIB agricole s'est elle aussi élevée au fil du temps. Par conséquent, le financement ne semble pas être en cause[15]. Cette baisse des rendements peut également s'expliquer par le recul du nombre d'agronomes indiens, et la diminution du taux d'inscription dans les filières universitaires agronomiques. Cette situation a incité le gouvernement à proposer deux grandes mesures relatives à la formation des ingénieurs et des chercheurs agronomes, dans le cadre du budget national pour 2014-2015 :

- La création de deux nouveaux centres d'excellence, s'inspirant du modèle de l'Institut indien de la recherche agronomique ; situés l'un à Assam et l'autre dans l'État du Jharkhand, ils disposent d'un budget initial de 1 milliard de roupies (environ 16 millions de dollars É.-U.) pour 2014-2015 ; la mobilisation actuelle de 1 milliard de roupies supplémentaires permettra d'établir un Fonds pour les infrastructures technologiques agricoles ;
- La création de deux nouvelles facultés d'agronomie dans les États d'Andhra Pradesh et du Rajasthan et de deux écoles d'horticulture dans les États de Telangana et de l'Haryana ; cette initiative bénéficie d'un montant initial de 2 milliards de roupies.

Augmentation des investissements privés dans la R&D agricole

Un autre aspect intéressant est la part croissante de la R&D privée dans l'agriculture, en particulier dans le domaine des semences, des machines agricoles et des pesticides. À l'inverse de la R&D publique, la R&D privée risque d'élever le coût de la diffusion des produits, susceptibles d'être protégés par différents mécanismes de droits de propriété intellectuelle, auprès des agriculteurs.

La distribution d'organismes génétiquement modifiés (OGM) pour les cultures vivrières a été limitée pour des raisons de santé et de sécurité par le Comité d'évaluation du génie génétique du Ministère de l'environnement et des forêts. Le coton *Bt*, autorisé en 2002, est la seule culture OGM approuvée en Inde ; la superficie cultivée a augmenté, arrivant à saturation en 2013 (figure 22.8). L'Inde est devenue le premier exportateur mondial et le deuxième producteur de coton ; mais cette culture est gourmande en eau, un bien rare en Inde. De plus, en dépit de l'augmentation du rendement moyen du coton, on observe de fortes fluctuations d'une année sur l'autre. Il est possible que l'utilisation d'engrais et l'introduction de semences hybrides aient contribué à l'augmentation des rendements depuis 2002. Plus récemment, le Conseil indien de la recherche agricole a mis au point une variété de coton *Bt* moins chère que celle de Monsanto, à partir de semences réutilisables.

En 2012, la proposition visant à étendre les OGM à des cultures vivrières telles que les *brinjals* (aubergines) s'est heurtée à la vive résistance des ONG et à la réticence du Comité parlementaire sur l'agriculture. La recherche indienne sur les OGM s'est concentrée sur plusieurs cultures vivrières, en particulier les légumes : pomme de terre, tomate, papaye, pastèque, ricin, sorgho, canne à sucre, arachide, moutarde, riz, etc. Début 2015, aucune culture vivrière génétiquement modifiée n'avait encore reçu l'autorisation des organismes de réglementation.

Une méthode agricole durable face aux technologies modernes

Certaines zones isolées du pays utilisent des méthodes agricoles durables. Le principal producteur de riz paddy se trouve d'ailleurs dans l'État du Bihar, au nord-est de l'Inde. S'il a pulvérisé le record mondial de production, ce n'est pas à l'aide de technologies scientifiques modernes mais en adoptant le système de riziculture intensive, une méthode durable lancée par des ONG. En dépit de cet exploit, la diffusion de cette méthode a été très limitée (encadré 22.2).

La stratégie en matière de biotechnologie commence à porter ses fruits

La biotechnologie, huitième des neuf industries de haute technologie indiennes (figure 22.3), reçoit 2,7 % des dépenses publiques octroyées aux 12 organismes de recherche scientifique existants (figure 22.7). Ces 20 dernières années, le soutien politique permanent a permis à l'Inde de mener une R&D plus sophistiquée et de renforcer d'autant ses capacités de production. La stratégie du Département de biotechnologie s'articule autour de trois axes : accroître la quantité et la qualité des ressources humaines en biotechnologie ; établir un réseau de laboratoires et de centres de recherche prenant en charge des projets de R&D spécifiques ; et créer des entreprises et des pôles chargés de fabriquer et de fournir des produits et services biotechnologiques. Outre le gouvernement central, plusieurs États ont mis en place des politiques ciblées visant à développer ce secteur, d'où l'augmentation des publications et des brevets ayant trait à la biotechnologie (figure 22.4).

15. Pal et Byerlee (2006), et Jishnu (2014) confirment ce constat.

Encadré 22.2 : Le principal producteur mondial de riz paddy est indien

Sumant Kumar, un jeune agriculteur analphabète du village de Darveshpura, dans l'État du Bihar, est aujourd'hui le producteur de riz paddy le plus performant au monde. Grâce au système de riziculture intensive (SRI), il a réussi à produire 22 tonnes de riz sur une superficie de seulement un hectare, tandis que la moyenne mondiale est de 4 tonnes/hectare. Le record précédent (19 tonnes) était détenu par un agriculteur chinois.

Le SRI, qui permet de produire plus avec une superficie moindre, est un exemple d'innovation frugale. Cinq caractéristiques clés distinguent le SRI des pratiques conventionnelles :

- L'utilisation d'un seul plant au lieu de touffes ;
- Le repiquage précoce des jeunes plants (moins de 15 jours) ;
- Un plus grand espacement des plants dans les parcelles individuelles ;
- Le désherbage rotatif ;
- L'utilisation plus répandue des bio-engrais.

Le respect de ces cinq critères assure de grands avantages, dont un rendement plus élevé et une consommation inférieure en eau et en semences.

Le SRI convient particulièrement à des pays comme l'Inde où les agriculteurs sont pauvres et l'eau est une ressource extrêmement rare.

Le SRI a été conçu au début des années 1980 par Henri de Laulanié, jésuite et ingénieur agronome français, après avoir observé la méthode de riziculture traditionnelle des hauts plateaux de Madagascar.

D'après une étude de Palanisami *et al.* (2013) portant sur 13 États indiens grands producteurs de riz, les champs ayant adopté le SRI affichent une productivité moyenne plus élevée que les autres.

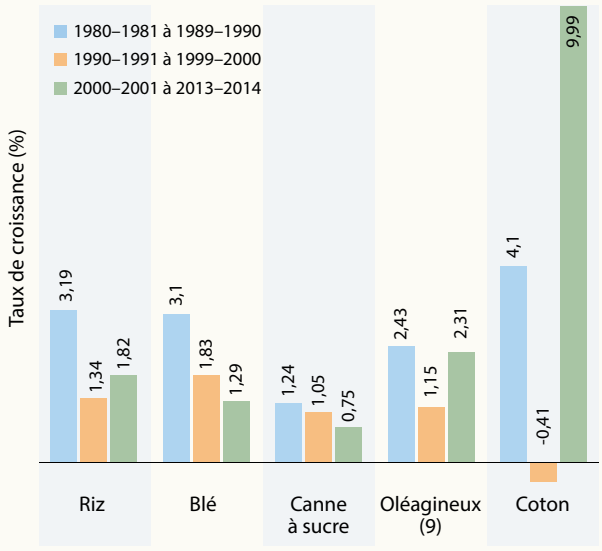
Quarante-et-un pour cent des agriculteurs adoptant le SRI mettent en pratique une de ses cinq caractéristiques principales, 39 % deux ou trois et seulement 20 % y adhèrent totalement. Si ces derniers affichent l'augmentation la plus importante de leur rendement (3 %), tous les utilisateurs du SRI produisent plus que les agriculteurs aux méthodes conventionnelles. Parmi les autres avantages répertoriés, citons des marges brutes plus élevées et des coûts de production plus bas.

Les auteurs prédisent que la production de riz en Inde peut augmenter de manière considérable grâce au SRI ou à des pratiques semblables, mais soulignent que plusieurs obstacles doivent d'abord être surmontés, comme le manque de main-d'œuvre qualifiée pour planter le riz, la gestion médiocre de l'eau agricole et la présence de terres ne convenant pas à la riziculture. En outre, les agriculteurs considèrent que les coûts de transaction (de gestion), qui sont pourtant insignifiants, continuent d'entraver l'adoption intégrale du SRI. Le gouvernement sera donc amené à intervenir pour lever ces contraintes.

Source : SRI International Network Resource Center (É.-U.) ; Palanisami *et al.* (2013) ; www.agriculturesnetwork.org.

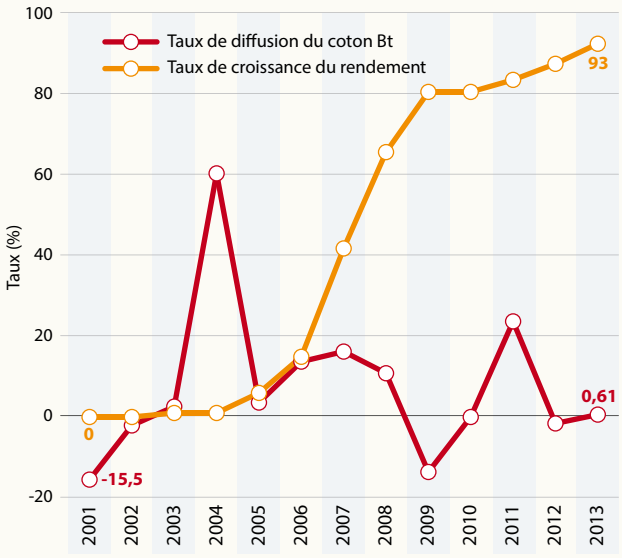
Figure 22.8 : **Évolution des rendements agricoles en Inde, 1980-2014**

Croissance annuelle moyenne du rendement des principales cultures vivrières en Inde, 1980-2014 (%)



Source : D'après le tableau 8.3, Ministère des finances (2014) *Economic Survey 2013–2014.*

Taux de diffusion du coton Bt et croissance du rendement du coton, 2001-2013



Remarque : Le taux de diffusion du coton *Bt* suit une courbe en S qui, d'après de nombreux observateurs, ressemble à celle des nouvelles technologies.

Source : VIB (2013).

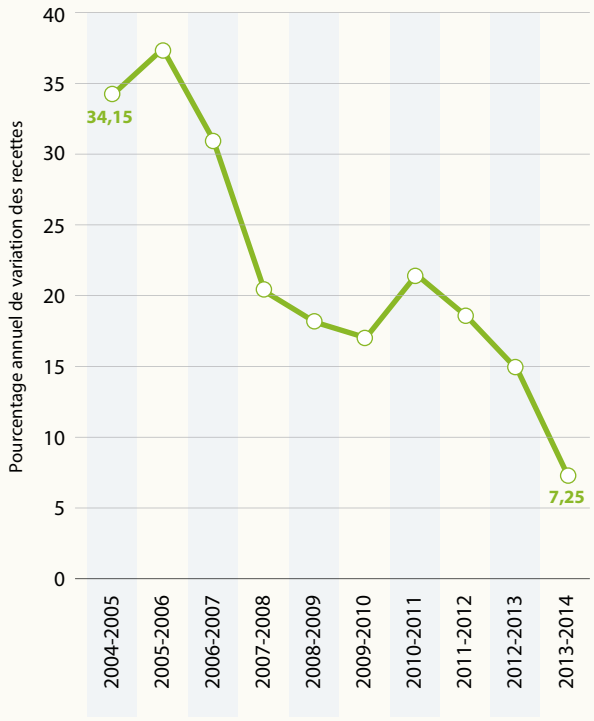
Ce domaine d'activité comprend cinq sous-secteurs : la biopharmacie (63 % des recettes totales en 2013-2014), les bioservices (19 %), les biotechnologies agricoles (13 %), les biotechnologies industrielles (3 %) et la bioinformatique (1 %). Si l'industrie biotechnologique affichait un taux moyen de croissance annuelle de 22 % entre 2003 et 2014, le taux de croissance n'en reculait pas moins d'une année sur l'autre (figure 22.9)[16]. Environ 50 % de la production est exportée.

Le Département de biotechnologie met actuellement en place un pôle de biotechnologie à Faridabad, en banlieue de la capitale. Ce pôle comprend l'Institut technologique de recherche translationnelle sur la santé et le Centre régional des biotechnologies, le premier de ce type en Asie du Sud. Il fournit, sous les auspices de l'UNESCO, des programmes spécialisés de formation et de recherche dans les « nouveaux domaines porteurs », comme l'ingénierie cellulaire et tissulaire, les nanobiotechnologies et la bioinformatique. L'accent est mis sur l'interdisciplinarité ; les futurs physiciens étudient l'ingénierie biomédicale, les nanotechnologies et l'écoentrepreneuriat.

16. Les taux sont calculés selon les recettes des ventes en roupies indiennes courantes. Cependant, si l'on convertit les taux de croissance en dollars des États-Unis, il apparaît que l'industrie a plus ou moins stagné depuis 2010. Il n'existe toutefois aucune enquête ou donnée officielle sur la taille de l'industrie biotechnologique en Inde.

Figure 22.9 : **Croissance de l'industrie biotechnologique en Inde, 2004-2014**

D'après les recettes des ventes en prix courants



Source : D'après les données de l'Association of Biotech Led Enterprises (ABLE), enquête de Biospectrum sur l'évolution des recettes des ventes en prix courants.

L'Inde se lance dans la construction aéronautique

Les exportations de produits manufacturés de haute technologie sont en hausse et représentent désormais environ 7 % du total (Banque mondiale, 2014). Les pièces pour l'aéronautique et les produits pharmaceutiques représentent près de deux tiers du total (figure 22.10). Les capacités technologiques de l'Inde dans ce dernier domaine ne sont plus à prouver, mais sa percée récente dans la fabrication aéronautique constitue un saut dans l'inconnu.

Récemment, la politique d'achat en matière de défense[17] et la politique de compensation semblent avoir encouragé la production locale. Ainsi, l'Inde met actuellement au point un avion de transport régional dans le cadre d'un projet de développement de l'aviation civile indienne. Bien que l'initiative soit principalement d'ordre public, il est prévu d'y faire participer des entreprises indiennes du secteur privé.

L'Inde continue également d'améliorer ses capacités dans les domaines de la conception, de la fabrication et du lancement de satellites[18]. Ambitieuse, elle projette également d'envoyer des hommes sur la Lune et d'explorer la planète Mars.

L'Inde multiplie les services de haute technologie

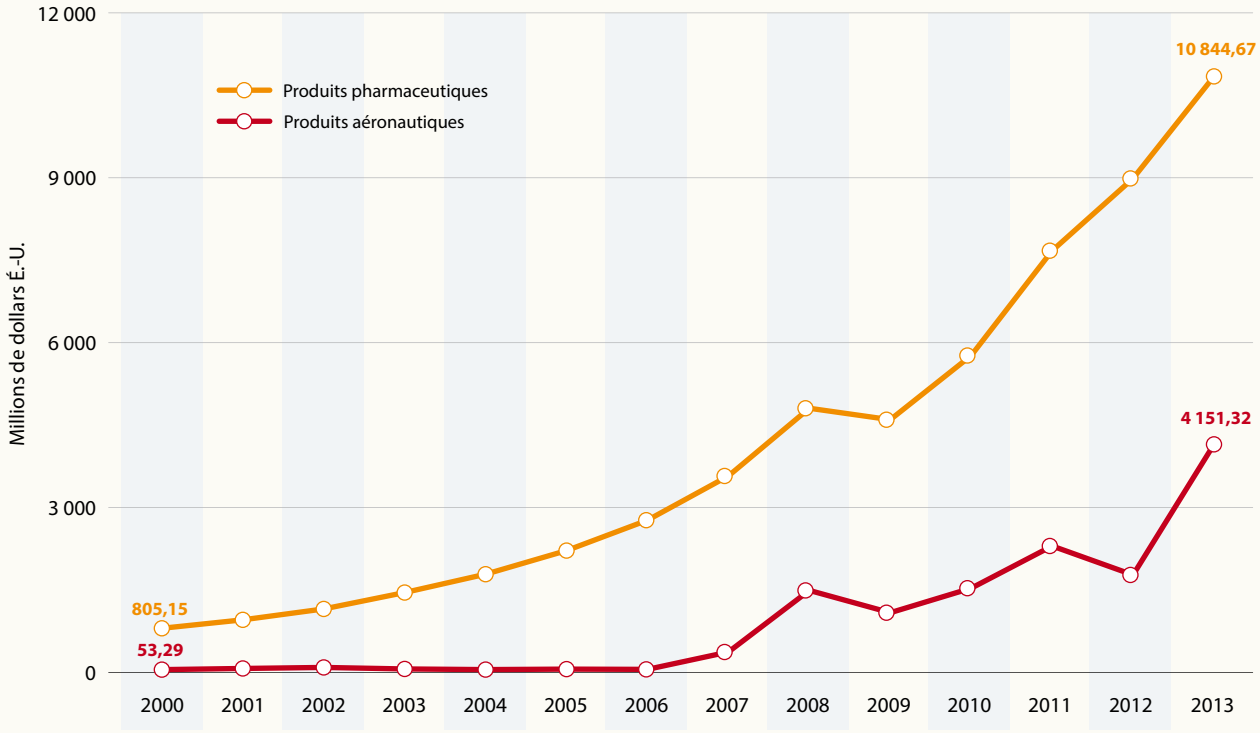
De nettes améliorations ont été apportées au secteur de l'astronautique, voire aux segments aéronautiques de l'industrie informatique. Tirant parti des capacités des technologies de communication et de télédétection, le pays a considérablement développé l'éducation à distance et les interventions de santé publique. Au fil des ans, le réseau de télémédecine de l'Organisation indienne de recherche spatiale s'est élargi et relie désormais 45 hôpitaux ruraux et isolés et 15 hôpitaux hautement spécialisés. Les pôles isolés et/ou ruraux comprennent les îles d'Andaman, de Nicobar et de Lakshadweep, les régions montagneuses et vallonnées de Jammu et du Cachemire, y compris les villes de Kargil et de Leh, les hôpitaux universitaires d'Orissa et certains hôpitaux ruraux et de district sur le continent.

De grands progrès ont également été accomplis dans le secteur des télécommunications, en particulier dans les zones rurales. L'Inde a démontré par l'exemple que la meilleure manière de généraliser les télécommunications dans les zones rurales est de stimuler la concurrence entre les prestataires de services, qui réagissent en baissant leurs tarifs. Il en a résulté une nette amélioration de la télédensité, y compris dans les zones rurales. Le ratio croissant de la télédensité rurale par rapport à la télédensité urbaine, qui est passé de 0,20 en 2010 à 0,30 en 2014, illustre à la perfection cette tendance.

17. L'Inde achète environ 70 % de son équipement à l'étranger. En 2013, le gouvernement a adopté une politique d'achat en matière de défense qui privilégie la production locale par des sociétés indiennes ou des coentreprises.

18. De plus amples informations sur le programme spatial de l'Inde sont disponibles dans l'encadré intitulé « Odyssée de l'espace » dans le *Rapport de l'UNESCO sur la science 2010*, p. 367.

Figure 22.10 : **Exportations indiennes de produits manufacturés de haute technologie, 2000-2013**



Source : D'après la base de données des Nations Unies Comtrade et les Indicateurs du développement dans le monde de la Banque mondiale.

Objectif : devenir un pôle des nanotechnologies d'ici 2017

Ces dernières années, le gouvernement a accordé une attention croissante aux nanotechnologies[19]. L'Inde a lancé un projet de développement des nanotechnologies dans le cadre du *Onzième plan quinquennal* (2007-2012), coordonné par le Département de la science et de la technologie. Un montant de 100 milliards de roupies a été mobilisé sur une période de cinq ans pour renforcer les capacités et les infrastructures de R&D dans le domaine des nanotechnologies.

Le *Douzième plan quinquennal* (2012-2017) vise à faire progresser cette initiative, et à transformer l'Inde en « pôle mondial de connaissances » en nanotechnologies. À cette fin, un institut des nanosciences et de la technologie est en cours de création et 16 universités et établissements à travers le pays vont inaugurer des programmes de troisième cycle. Le projet finance également plusieurs initiatives[20] de recherche fondamentale menées par des chercheurs individuels : en 2013-2014, environ 23 projets d'une durée de trois ans ont été approuvés, portant ainsi le nombre de plans financés depuis le début de la mission à environ 240.

L'inventaire des produits de consommation tient à jour le registre des produits basés sur les nanotechnologies et disponibles sur le marché (Projet sur les nanotechnologies émergentes, 2014). Seuls deux produits de soins personnels fabriqués en Inde y sont recensés, et l'entreprise les ayant mis au point est une multinationale étrangère. La même base de données relève 1 628 produits à l'échelle mondiale, dont 59 proviennent de Chine.

En 2014, le gouvernement a créé un centre de fabrication de nanotechnologies au sein de l'Institut central de fabrication technologique. À l'occasion de la présentation de son budget pour 2014-2015, le gouvernement central a annoncé son intention de renforcer les activités du centre à l'aide d'un partenariat public-privé.

En résumé, le développement des nanotechnologies en Inde est actuellement plus axé sur le renforcement des capacités humaines et des infrastructures physiques que sur la commercialisation des produits, qui demeure minime. En ce qui concerne le nombre d'articles sur les nanotechnologies publiés par million d'habitants en 2013, l'Inde se situait au 65e rang mondial (voir figure 15.5).

Huit États sur 29 ont mis en place des politiques énergétiques clairement écologiques

Il semble que la politique de l'innovation du pays soit indépendante des autres stratégies de développement économique importantes, comme le *Plan d'action national*

19. Voir l'enquête de Ramai *et al.* sur le développement des nanotechnologies en Inde (2014).

20. Jusqu'à présent, la mission de développement des nanotechnologies a produit 4 476 publications dans des revues répertoriées par le Science Citation Index, environ 800 doctorats, 546 masters de technologie et 92 masters en science (DST, 2014, p. 211). Voir également http://nanomission.gov.in et la figure 15.5, qui présente le classement mondial des 25 pays ayant publié le plus grand nombre d'articles sur les nanotechnologies en 2014.

sur le changement climatique (2008). Le niveau d'investissement public dans les sources d'énergie verte est quant à lui modeste, le budget du Ministère des énergies nouvelles et renouvelables ne représentant que 0,1 % des dépenses totales de l'État en 2010 (figure 22.7). Le gouvernement encourage cependant la production d'électricité à l'aide de plusieurs programmes d'énergies renouvelables (biomasse, parcs éoliens, panneaux solaires et petites centrales hydroélectriques). Il a également mis au point un ensemble d'incitations fiscales et financières, ainsi que d'autres mesures politiques et réglementaires pour attirer les investisseurs privés. Cependant, toutes ces initiatives ne sont que l'apanage du gouvernement central et seuls 8 États sur 29[21] disposent de politiques énergétiques clairement écologiques.

Certaines entreprises indiennes possèdent désormais des capacités technologiques considérables en matière de conception et de fabrication d'aérogénérateurs, qui sont de loin la plus importante source de technologies vertes reliées au réseau (76 %). Avec une capacité installée de production de 18 500 MW, l'Inde est le cinquième producteur d'énergie éolienne au monde, et possède d'importantes infrastructures de recherche et de fabrication. En 2013, trois quarts des installations étaient alimentées par l'éolien et le reste par la petite hydraulique (10 %), la biomasse (10 %) et le solaire (4 %). Depuis 2010, on assiste à une nette augmentation du nombre de brevets de technologies vertes délivrés (figure 22.11).

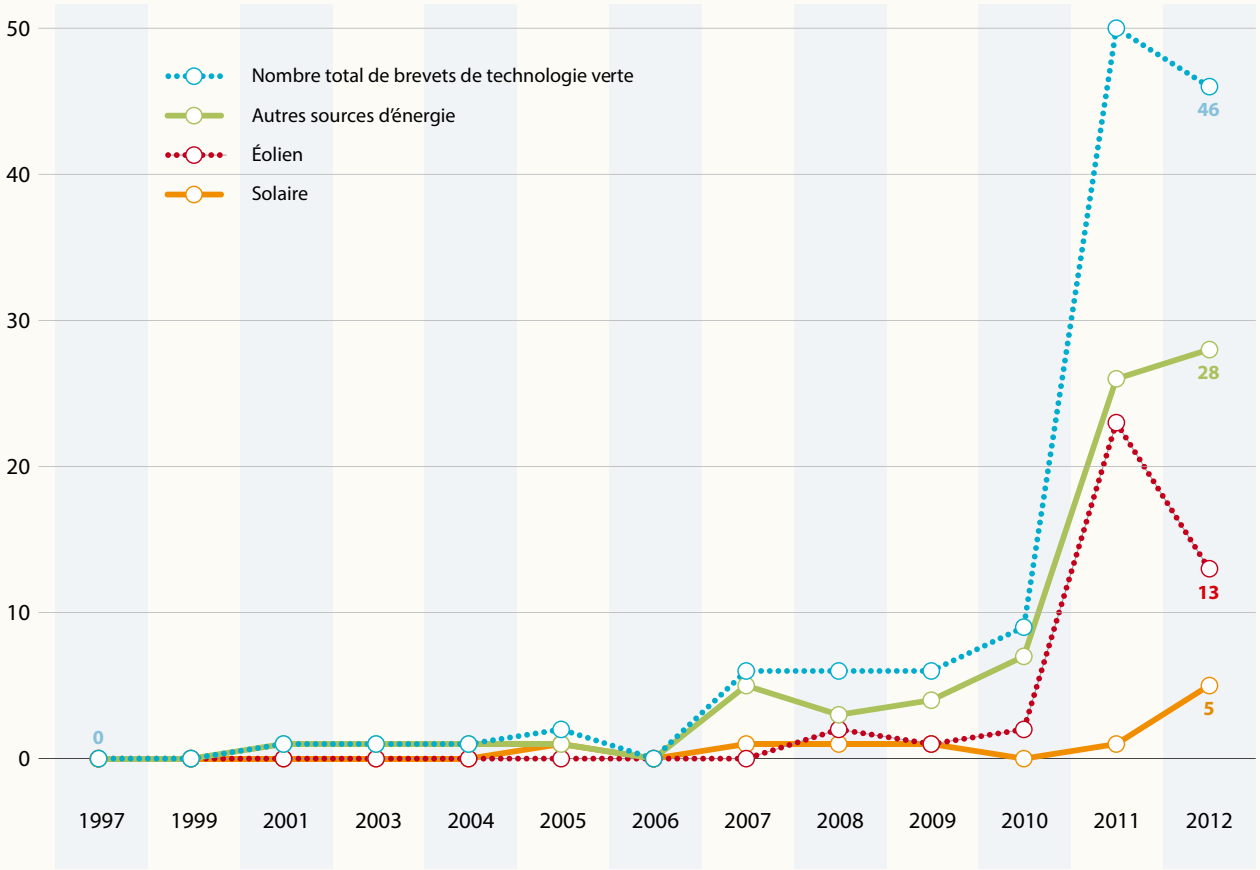
Des obligations vertes pour enrichir le bouquet énergétique national

En février 2014, l'Agence indienne pour le développement des énergies renouvelables (IREDA)[22] a émis ses premières « obligations vertes » à échéance de 10, 15 et 20 ans, assorties de taux d'intérêt d'un peu plus de 8 %. Ces obligations exonérées d'impôt sont ouvertes aux investisseurs publics et privés. Le gouvernement Modi prévoit un investissement à hauteur de 100 milliards de dollars des États-Unis pour atteindre son objectif : installer une capacité de production de 100 gigawatts d'énergie solaire à l'échelle nationale d'ici 2022. Il a annoncé son projet de former une « armée solaire » de 50 000 personnes qui travaillera aux nouveaux projets. En outre, une nouvelle mission nationale de l'éolien a été annoncée en 2014, qui s'inspirera sans doute de la mission nationale de l'énergie solaire mise en œuvre par l'IREDA depuis 2010 (Heller *et al.,* 2015).

21. Andhra Pradesh, Chattisgarh, Gujarat, Karnataka, Madhya Pradesh, Rajasthan, Tamil Nadu et Uttar Pradesh.

22. Créée en 1987, l'IREDA est une société publique gérée par le Ministère des énergies nouvelles et renouvelables. Voir www.ireda.gov.in.

Figure 22.11 : **Brevets de technologie énergétique verte octroyés à des inventeurs indiens, 1997-2012**



Source : D'après les données fournies en annexe, tableaux 6 à 58, 6.64 et 66, NSB (2014).

TENDANCES EN MATIÈRE DE RESSOURCES HUMAINES

Le secteur privé recrute un plus grand nombre de chercheurs

La hausse annuelle de 7,83 % du nombre de personnes travaillant dans le domaine de la R&D pour des sociétés privées a entraîné une augmentation de 2,43 % par an du volume global des effectifs de R&D[23] en Inde entre 2005 et 2010. Sur la même période, le nombre de fonctionnaires se consacrant à la R&D a baissé, même si le gouvernement demeure le premier employeur en la matière (figure 22.12). Cette tendance corrobore le fait que le système national d'innovation de l'Inde a de plus en plus une vocation commerciale.

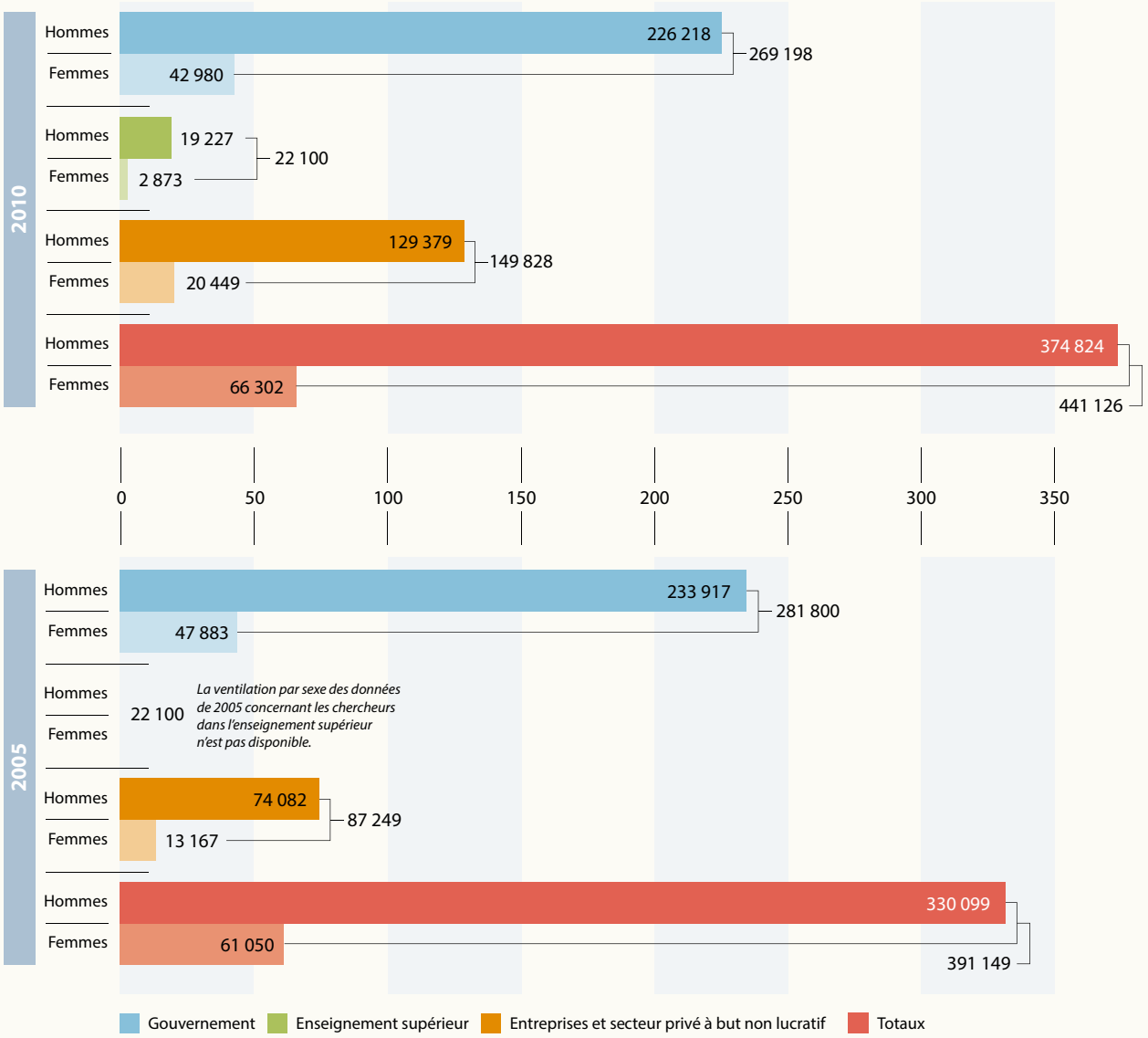
Il en résulte une hausse de la part des effectifs de R&D dans la population active, qui est passée de 8,42 pour 10 000 personnes en 2005 à 9,46 en 2010. Cela signifie que l'Inde a encore un long chemin à parcourir pour atteindre la densité affichée par les pays développés et la Chine.

Hausse spectaculaire du nombre d'étudiants en ingénierie

La pénurie de personnel de R&D est susceptible de freiner l'ascension technologique de l'Inde. Les décideurs sont

23. Le personnel de R&D regroupe les chercheurs, les techniciens et le personnel d'appoint.

Figure 22.12 : **Chercheurs en équivalent temps plein (ETP) par secteur d'emploi et par sexe, 2005 et 2010**



Source : DST (2009 ; 2013).

pleinement conscients de ce problème[24] et ont mis en place un ensemble de politiques visant à accroître le nombre d'étudiants en science et en ingénierie. INSPIRE est l'une de ces politiques. Elle a pour principal objectif d'éveiller une vocation scientifique chez les jeunes (encadré 22.3).

L'Inde affiche habituellement un ratio scientifiques-ingénieurs de 8:1. Cela s'explique en partie par la répartition inégale des écoles d'ingénieurs dans les États, qui a amené le gouvernement à multiplier par deux le nombre d'Instituts nationaux de technologie (qui sont désormais au nombre de 16) et à créer cinq Instituts nationaux de la recherche et de l'enseignement scientifiques[25]. Le ratio scientifiques-ingénieurs a diminué, passant de 1,94 : 1 en 2006 à 1,20 : 1 en 2013.

En 2012, on recensait 1,37 million de diplômés en science, en ingénierie et en technologie (figure 22.13), dont 58 % d'hommes. Les étudiantes choisissent généralement des filières scientifiques, où, en 2012, elles étaient d'ailleurs plus nombreuses que les hommes. Les étudiants en ingénierie et en technologie sont assez nombreux, mais le pays devra accroître le nombre de diplômés dans ces domaines s'il souhaite développer le secteur manufacturier.

La main-d'œuvre devrait posséder les compétences recherchées par les employeurs

Depuis des années, l'employabilité des scientifiques et des ingénieurs ne cesse de tourmenter les décideurs et, bien sûr, les employeurs potentiels. Le gouvernement a mis en place plusieurs mesures correctives visant à améliorer la qualité de l'enseignement supérieur (encadré 22.3). Citons, entre autres exemples, le durcissement du contrôle des activités des universités, la soumission des programmes et des installations à des audits réguliers et la mise en place de programmes de renforcement des capacités du corps enseignant. En 2010, la création du Conseil de recherche en science et en ingénierie a amélioré la disponibilité des subventions de recherche dans le système scientifique public.

Le gouvernement s'efforce également de promouvoir les liens entre le milieu universitaire et le secteur industriel. En 2012, par exemple, il s'est associé à la Confédération de l'industrie indienne pour inciter les doctorants à préparer leur thèse en partenariat avec des entreprises. Les candidats sélectionnés qui proposent un projet lancé par leur partenaire industriel reçoivent un montant deux fois supérieur aux bourses de doctorat habituelles.

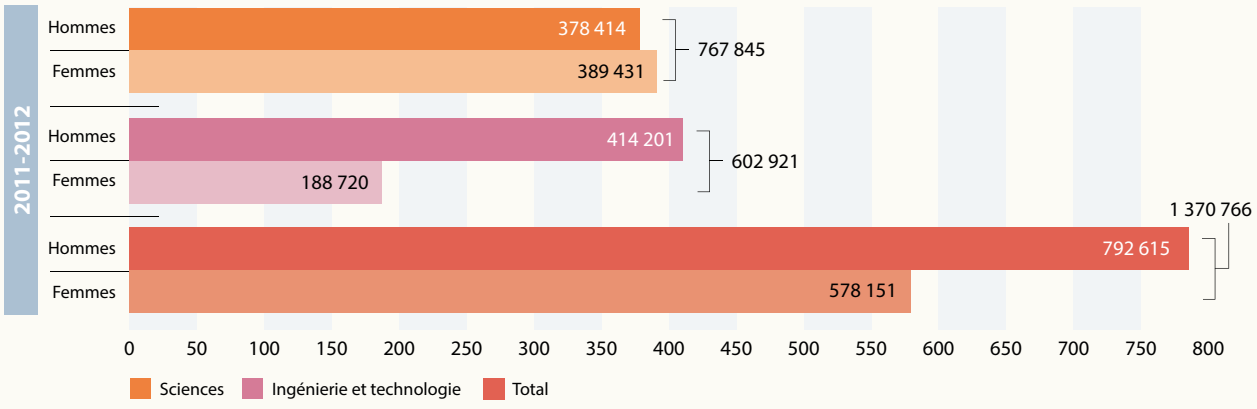
Attirer la diaspora autour de projets à vocation technologique

Un autre problème récurrent concerne la migration de la main-d'œuvre hautement qualifiée. Si ce phénomène existe depuis l'indépendance de l'Inde en 1947, il s'est intensifié ces 20 dernières années du fait de la mondialisation. Mani (2012) a démontré que, si la migration de personnes hautement qualifiées est susceptible de réduire le nombre de scientifiques et d'ingénieurs à l'échelle nationale, elle produit également une quantité appréciable d'envois de fonds. De fait, l'Inde est devenue le premier pays destinataire d'envois de fonds à l'échelle mondiale. Les Indiens qualifiés vivant à l'étranger ont en outre contribué à la croissance des industries nationales de haute technologie, en particulier les services logiciels informatiques. Plusieurs mécanismes ont été mis en place pour encourager la diaspora à participer aux projets à vocation technologique. L'un des plus anciens est la bourse de réadmission Ramalingaswami du Département de biotechnologie, créée en 2006. Dans le cadre de cette initiative, en 2013, 50 chercheurs issus de la diaspora se sont vu offrir un poste au sein d'institutions indiennes.

24. L'amélioration des compétences nécessaires pour diffuser les sciences auprès des jeunes de tous groupes sociaux, et la promotion des métiers de la science, la recherche et l'innovation auprès des étudiants brillants et talentueux, constituent deux éléments clés de la *Politique des sciences, de la technologie et de l'innovation* (2013).

25. 172 universités ont été créées entre mars 2010 et mars 2013, portant leur nombre total à 665 (DHE, 2012 ; 2014). Aucune d'entre elles n'est une « université de l'innovation » en dépit de l'intention du gouvernement d'établir 14 établissements de ce type. Voir le *Rapport de l'UNESCO sur la science 2010*, p. 369.

Figure 22.13 : **Diplômés indiens en science, ingénierie et technologie, 2011-2012**



Remarque : On entend par diplômés les titulaires d'un diplôme de licence ou de master, d'une maîtrise de recherche spécialisée ou d'un doctorat.

Source : D'après les données du Département de l'enseignement supérieur (2012), *All India Survey of Higher Education 2011/2012,* tableaux 36 et 37.

Encadré 22.3 : Dispositifs visant à améliorer l'enseignement supérieur en Inde

Aucune université indienne ne figure parmi les premières dans les classements internationaux. À l'échelle nationale, la piètre qualité du système de l'enseignement supérieur est largement reconnue. Récemment, les employeurs potentiels se sont plaints du manque d'employabilité des diplômés des universités et des établissements universitaires à cycle court. À cela s'ajoute le fait que le secteur universitaire ne réalise que 4 % de la R&D. Au cours de la dernière décennie, le gouvernement a mis en place plusieurs dispositifs visant à améliorer l'enseignement et la recherche universitaires. En voici quelques exemples.

Le Ministère du développement des ressources humaines a lancé le programme *Rashtriya Uchchatar Shiksha Abhiyan* (RUSA) en octobre 2013. Son objectif est de garantir que les universités et les établissements universitaires à cycle court publics respectent les normes et les règles en vigueur et qu'ils adhèrent au cadre obligatoire d'assurance de la qualité en adoptant le système d'accréditation. Dans le cadre du programme RUSA, certaines réformes académiques, administratives et de gouvernance constituent des conditions préalables à l'obtention de subventions ; en outre, le respect des normes et la production de résultats régissent l'octroi des financements.

Suivant les recommandations du *Onzième plan quinquennal* (2007-2012), la Commission des subventions universitaires (UGC) a introduit un système de semestres et un système de crédits « à la carte » dès la licence, afin d'élargir l'éventail de choix des étudiants au-delà de leur domaine d'étude, de les familiariser avec le monde du travail par le biais de stages et de la formation professionnelle, et de leur permettre de transférer des crédits d'une université à l'autre.

En 2010, l'UGC a publié des réglementations sur les *Qualifications minimales régissant le recrutement des professeurs et autres membres du corps enseignant dans les universités et établissements universitaires à cycle court, et des mesures sur le maintien des normes relatives à l'enseignement supérieur*. En 2012, il a publié des réglementations concernant *l'Évaluation et l'accréditation obligatoires des établissements de l'enseignement supérieur*.

Créé dans le cadre du *Neuvième plan quinquennal* et mis en œuvre par l'UGC, le Dispositif d'aide aux universités présentant un potentiel d'excellence subventionnait 15 universités en 2014 ; un appel à propositions visait à étendre cette aide à 10 nouvelles universités publiques et privées.

L'UGC gère en outre le Programme de promotion de la recherche universitaire afin de stimuler la recherche fondamentale, entre autres, dans les domaines des sciences médicales et de l'ingénierie. Ce programme octroie trois types de financement : des subventions de recherche aux enseignants débutants et aux enseignants en milieu de carrière et des bourses aux enseignants chevronnés qui approchent de l'âge de la retraite et qui présentent d'excellents états de service ; ces derniers se voient proposer de poursuivre leur carrière et de prendre de jeunes professeurs sous leur aile

Le Département de la science et de la technologie (DST) contribue, entre autres, au financement de la recherche, aux frais de personnel et à l'achat d'équipements par le biais de son programme de Promotion de l'excellence de la science et de la recherche dans les universités (PURSE) qui, au cours de la dernière décennie, a subventionné la recherche de 44 universités affichant un certain niveau de publications.

Le DST gère le Fonds pour l'amélioration des infrastructures scientifiques et technologiques des établissements de l'enseignement supérieur (FIST) ; créé en 2001, il a soutenu 1 800 départements et institutions entre 2010 et 2013.

Depuis 2009, le DST a amélioré les infrastructures de recherche de six universités réservées aux femmes par le biais du Programme de consolidation de la recherche universitaire aux fins de l'innovation et de l'excellence (CURIE). La deuxième phase du projet a été lancée en 2012.

Le DST a mis en place le Programme d'innovation scientifique pour une recherche inspirante (INSPIRE) en 2009 afin d'encourager les vocations scientifiques ; ce dernier organise des camps scientifiques, des concours pour les 10-15 ans et des stages pour les 16-17 ans. En 2013, il avait par ailleurs octroyé 28 000 bourses à des étudiants en licence scientifique, 3 300 bourses de doctorat et 378 prix à des chercheurs âgés de moins de 32 ans, dont 30 % ont été décernés à des membres de la diaspora retournant en Inde pour se consacrer à la recherche.

Le programme pour l'intensification de la recherche dans les domaines hautement prioritaires (IRHPA) du DST a été lancé dans le cadre du *Sixième plan quinquennal*. Il comprend des groupes thématiques, des centres d'excellence et des installations nationales dans des domaines émergents et de premier plan de la science et de l'ingénierie, comme la neurobiologie, la chimie des solides, les nanomatériaux, la science des matériaux et des surfaces, la physique des plasmas ou la cristallographie des macromolécules biologiques.

Les établissements bénéficiant d'un financement du Département de biotechnologie et du Département de la science et de la technologie sont tenus de créer un répertoire institutionnel des articles écrits par leur personnel ; le Ministère de la science et de la technologie s'est pour sa part engagé à établir un registre central rassemblant tous les répertoires institutionnels.

Source : Lok Sabha (parlement indien), réponse du Ministre du développement des ressources humaines à la question nº 159, 7 juillet 2014 ; DST (2014) ; site Internet du gouvernement.

CONCLUSION

Les incitations n'ont pas permis de créer une vaste culture de l'innovation

Au vu de ce qui précède, il est évident que le système national d'innovation de l'Inde se heurte à différents problèmes. Il est particulièrement nécessaire :

- Que le gouvernement et le secteur des entreprises commerciales se partagent la responsabilité d'atteindre un ratio DIRD/PIB de 2 % d'ici 2018 : l'exécutif devrait profiter de l'occasion pour augmenter à environ 1 % sa propre contribution aux DIRD en investissant plus lourdement dans la recherche universitaire, en particulier, qui ne représente actuellement que 4 % de la R&D, afin de permettre aux universités de mieux remplir leur mission de création de connaissances et de transmission d'un savoir de qualité ;
- D'améliorer la formation et la densité des scientifiques et des ingénieurs participant à la R&D : ces dernières années, le gouvernement a multiplié le nombre d'institutions d'enseignement supérieur et a mis au point un large éventail de programmes visant à accroître la qualité de la recherche universitaire ; ces mesures portent déjà leurs fruits, mais des efforts supplémentaires sont nécessaires pour mieux répondre aux besoins du marché et créer une culture de la recherche dans les universités ; par exemple, aucun établissement créé depuis 2010 ne fait office « d'université de l'innovation » en dépit des déclarations d'intention du *Onzième plan quinquennal* (2007-2012) concernant la mise en place de 14 universités de ce type ;
- D'entamer une évaluation gouvernementale de l'efficacité des incitations fiscales à la R&D : l'Inde a beau posséder l'un des régimes fiscaux de R&D les plus généreux au monde, la culture de l'innovation ne s'est pas répandue au sein des entreprises et de l'industrie ;
- De consacrer une part plus grande des subventions publiques de recherche au secteur des entreprises : à l'heure actuelle, la plupart ciblent le système public de recherche, qui est indépendant du secteur manufacturier ; aucune des grandes subventions de recherche ne vise le secteur des entreprises commerciales pour développer des technologies spécifiques, à l'exception notable de l'industrie pharmaceutique ; le Conseil de développement technologique, par exemple, a consenti plus de prêts bonifiés que de subventions. À cet égard, le Conseil de recherche en science et en ingénierie, instauré en 2010 pour élargir le subventionnement de la recherche à tout le système scientifique, est un pas dans la bonne direction, à l'instar du mécanisme d'intensification de la recherche dans les domaines hautement prioritaires ;
- De soutenir l'émergence des petites et moyennes entreprises à vocation technologique en leur donnant un meilleur accès au capital-risque ; si une industrie du capital-risque est en place en Inde depuis la fin des années 1980, son rôle s'est dernièrement limité quasi exclusivement à l'apport de fonds propres. À cet égard, le fait que le budget national pour 2014-2015 prévoie la création d'un fonds de 100 milliards de roupies (environ 1,3 milliard de dollars É.-U.) afin de stimuler les apports de fonds propres et de quasi-fonds propres, les prêts concessionnels et d'autres types de capital-risque pour les start-up, constitue un signe encourageant ;
- De faire participer les sociétés pharmaceutiques et l'industrie des satellites à la prestation des services éducatifs et de santé auprès des citoyens ; on a pu observer jusqu'à présent un manque de recherches consacrées aux maladies tropicales négligées, tandis que l'utilisation un tant soit peu timorée des technologies satellitaires a empêché de dispenser des services éducatifs dans les zones éloignées.

Le plus grand défi que devront relever tous les décideurs indiens sera de satisfaire aux impératifs ci-dessus dans un laps de temps raisonnable.

OBJECTIFS PRINCIPAUX DE L'INDE

- Porter les DIRD de 0,8 % du PIB en 2011 à 2,0 % en 2018 et faire en sorte que la moitié provienne du secteur privé ;
- Transformer l'Inde en pôle mondial des nanotechnologies d'ici 2017 ;
- Porter la part du secteur manufacturier de 15 % du PIB en 2011 à environ 25 % en 2022 ;
- Faire passer la part des produits de haute technologie (aérospatiale, pharmaceutique, chimie, électronique et télécommunications) de 1 % des produits manufacturés à au moins 5 % d'ici 2022 ;
- Accroître la part des produits de haute technologie dans les exportations de produits manufacturés (7 % actuellement) d'ici 2022 ;
- Se doter d'une capacité de production de 100 gigawatts d'énergie solaire à l'échelle nationale d'ici 2022.

RÉFÉRENCES

Brinton, T. J. *et al.* (2013) Outcomes from a postgraduate biomedical technology innovation training program: the first 12 years of Stanford Bio Design, *Annals of Biomedical Engineering*, 41(9) : p. 1803-1810.

Comité sur l'agriculture (2012) *Cultivation of Genetically Modified Food Crops: Prospects and Effects.* Secrétariat du Lok Sabha : New Delhi.

Conseil consultatif scientifique auprès du Premier Ministre (2013) *Science in India, a decade of Achievements and Rising Aspirations.* Département de la science et de la technologie : New Delhi.

Conseil scientifique national (2014) *Science and Engineering Indicators 2014*. Conseil scientifique national, Fondation nationale pour la science (NSB 14-01) : Arlington, Virginie, États-Unis.

Département de la science et de la technologie (2014) *Annual Report 2013-2014*. Département de la science et de la technologie : New Delhi.

Département de la science et de la technologie (2013) *Research and Development Statistics 2011-2012*. Système national de gestion de l'information sur la science et la technologie. Département de la science et de la technologie : New Delhi.

Département de la science et de la technologie (2009) *Research and Development Statistics 2007-2008.* Système national de gestion de l'information sur la science et la technologie. Département de la science et de la technologie : New Delhi.

Département de l'enseignement supérieur (2014) *Annual Report 2013-2014.* Département de l'enseignement supérieur, Ministère du développement des ressources humaines : New Delhi.

Département de l'enseignement supérieur (2012) *Annual Report 2011-2012.* Département de l'enseignement supérieur, Ministère du développement des ressources humaines : New Delhi.

Gruere, G. et Sun, Y. (2012) *Measuring the Contribution of Bt Cotton Adoption to India's Cotton Yields Leap.* Institut international de recherche sur les politiques alimentaires, Document d'analyse n° 01170.

Heller, K. Emont, J. et Swamy, L. (2015) India's green bond: a bright example of innovative clean energy financing. Conseil de défense des ressources naturelles (NRDC), États-Unis. *Switchboard*, billet du NRDC rédigé par Ansali Jaiswal, 8 janvier.

Institut flamand de biotechnologie (2013) *Bt Cotton in India: a Success Story for the Environment and Local Welfare.* Institut flamand de biotechnologie (VIB) : Belgique.

Jishnu, M. J. (2014) Agricultural research in India: an analysis of its performance. Projet de rapport de master (non publié). Centre d'études sur le développement : Trivandrum.

Mani, S. (2014) Innovation: the world's most generous tax regime. In Jalan, B. et Balakrishnan, P. (dir.) *Politics Trumps Economics: the Interface of Economics and Politics in Contemporary India*. Rupa : New Delhi, p. 155-169.

Mani, S. (2012) High skilled migration and remittances: India's experience since economic liberalization, in Pushpangadan, K. et Balasubramanyam, V. N. (dir.) *Growth, Development and Diversity, India's Record since liberalization.* Oxford University Press : New Delhi, p. 181-209.

Mani, S. (2002) *Government, Innovation and Technology Policy, an International Comparative Analysis.* Edward Elgar : Cheltenham (Royaume-Uni) et Northampton, Massachusetts (États-Unis).

Mani, S. et Nelson, R. R. (dir.) (2013) *TRIPS compliance, National Patent Regimes and Innovation, Evidence and Experience from Developing Countries*. Edward Elgar : Cheltenham (Royaume-Uni) et Northampton, Massachusetts (États-Unis).

Mukherjee, A. (2013) *The Service Sector in India*. Document de travail sur l'économie de la Banque asiatique de développement, série n° 352.

Pal, S. et Byerlee, D. (2006) The funding and organization of agricultural research in India: evolution and emerging policy issues. In Pardey, P. G., Alston, J. M. et Piggott, R. R. (dir.) *Agricultural R&D Policy in the Developing World*. Institut international de recherche sur les politiques alimentaires : Washington, D.C., États-Unis, p. 155-193.

Palanisami, K. *et al.* (2013) Doing different things or doing it differently? Rice intensification practices in 13 states of India, *Economic and Political Weekly,* 46(8) : p. 51-58.

PNUD (2014) *L'humanité divisée : combattre les inégalités dans les pays en développement.* Programme des Nations Unies pour le développement.

Projet sur les nanotechnologies émergentes (2014) *Consumer Products Inventory* : www.nanotechproject.org/cpi

Radjou, N., Jaideep, P. et Ahuja, S. (2012) *Jugaad Innovation: Think Frugal, Be Flexible, Generate Breakthrough Growth*. Jossey-Bass : Londres.

Ramani, S. V., Chowdhury, N., Coronini, R. et Reid, S. E. (2014) On India's plunge into nanotechnology: what are good ways to catch-up? In Ramani, S. V. (dir.) *Nanotechnology and Development: What's in it for Emerging Countries?* Cambridge University Press : New Delhi.

Sanyal, S. (2014) A New Beginning for India's Economy, Billet publié en ligne, 20 août. Forum économique mondial.

Sunil Mani, né en 1959 en Inde, est titulaire d'un doctorat en économie. Il est professeur au Centre d'études sur le développement à Trivandrum, dans l'État du Kerala, en Inde, et préside la Commission de planification en économie du développement. Il travaille actuellement à la réalisation de plusieurs projets portant sur les instruments de politiques d'innovation et la création de nouveaux indicateurs.
Le Dr Mani a également été professeur invité honoraire au sein de plusieurs instituts et universités en Asie (Inde, Japon) et en Europe (Finlande, France, Italie, Pays-Bas, Portugal, Royaume-Uni et Slovénie).

La « nouvelle normalité » (à savoir, une croissance économique plus lente mais plus régulière) souligne l'urgence pour la Chine d'abandonner son modèle de développement économique à forte intensité de main-d'œuvre, d'investissements, d'énergie et de ressources au profit d'un modèle de plus en plus axé sur la technologie et l'innovation.

Cong Cao



Un train à grande vitesse en gare de Shanghai en juin 2013 ; les modèles les plus récents peuvent atteindre des pointes de vitesse de 487 km/h dans des conditions de test.
Photo © Anil Bolukbas/iStockPhoto

23. Chine

Cong Cao

INTRODUCTION

La « nouvelle normalité »

Depuis 2009, la situation socioéconomique de la Chine évolue[1] sur un fond d'incertitude dû, tout d'abord, à la crise financière mondiale de 2008-2009 et, ensuite, à la transition politique nationale survenue en 2012. Au lendemain de la crise des prêts hypothécaires à haut risque aux États-Unis (2008), le gouvernement chinois s'est empressé de prévenir les ondes de choc en injectant 4 000 milliards de yuans (576 milliards de dollars É.-U.) dans l'économie, pour la plupart dans des projets d'infrastructure, entre autres aéroportuaires, autoroutiers et ferroviaires. Cette frénésie de dépenses, à laquelle s'est ajoutée une urbanisation galopante, a stimulé des industries majeures et entraîné l'augmentation de la production d'acier, de ciment et de verre, faisant craindre un éventuel atterrissage brutal. L'essor de la construction a en outre nui à l'environnement. Ainsi, en 2010, la pollution de l'air ambiant à elle seule était responsable de 1,2 million de décès prématurés en Chine, soit près de 40 % du total mondial (Lozano et al., 2012). Lorsque la Chine a organisé le sommet de l'APEC (Association de coopération économique Asie-Pacifique) à la mi-novembre 2014, les usines, les bureaux et les établissements scolaires de Beijing et des alentours n'ont pas ouvert leurs portes pendant plusieurs jours afin de garantir qu'un ciel radieux surplomberait la capitale pendant la durée de l'événement.

Les mesures de relance économique adoptées après 2008 ont été compromises par l'échec de la politique publique de soutien au développement des industries émergentes considérées stratégiques. Certaines, dont les usines de fabrication d'éoliennes et de panneaux photovoltaïques, sont axées sur l'exportation. Elles ont été durement touchées par l'effondrement de la demande mondiale pendant la crise financière mondiale et par les mesures antidumping et antisubventions mises en place par certains pays occidentaux. L'excès de production résultant a provoqué la faillite de plusieurs leaders mondiaux de la construction de panneaux solaires, comme Suntech Power et LDK Solar, qui se trouvaient déjà dans une situation critique lorsque le gouvernement chinois a réduit ses subventions afin de rationaliser le marché.

En dépit de ces revers, la Chine est sortie triomphante de la crise, maintenant une croissance annuelle moyenne d'environ 9 % entre 2008 et 2013. En matière de PIB, en 2010, la Chine a devancé le Japon pour devenir la deuxième économie mondiale et se rapproche désormais des États-Unis. Cependant, en ce qui concerne le PIB par habitant, la Chine continue de se classer parmi les pays à revenu intermédiaire de la tranche supérieure. Signe de son rôle croissant en tant que superpuissance économique, la Chine mène actuellement trois initiatives multilatérales majeures :

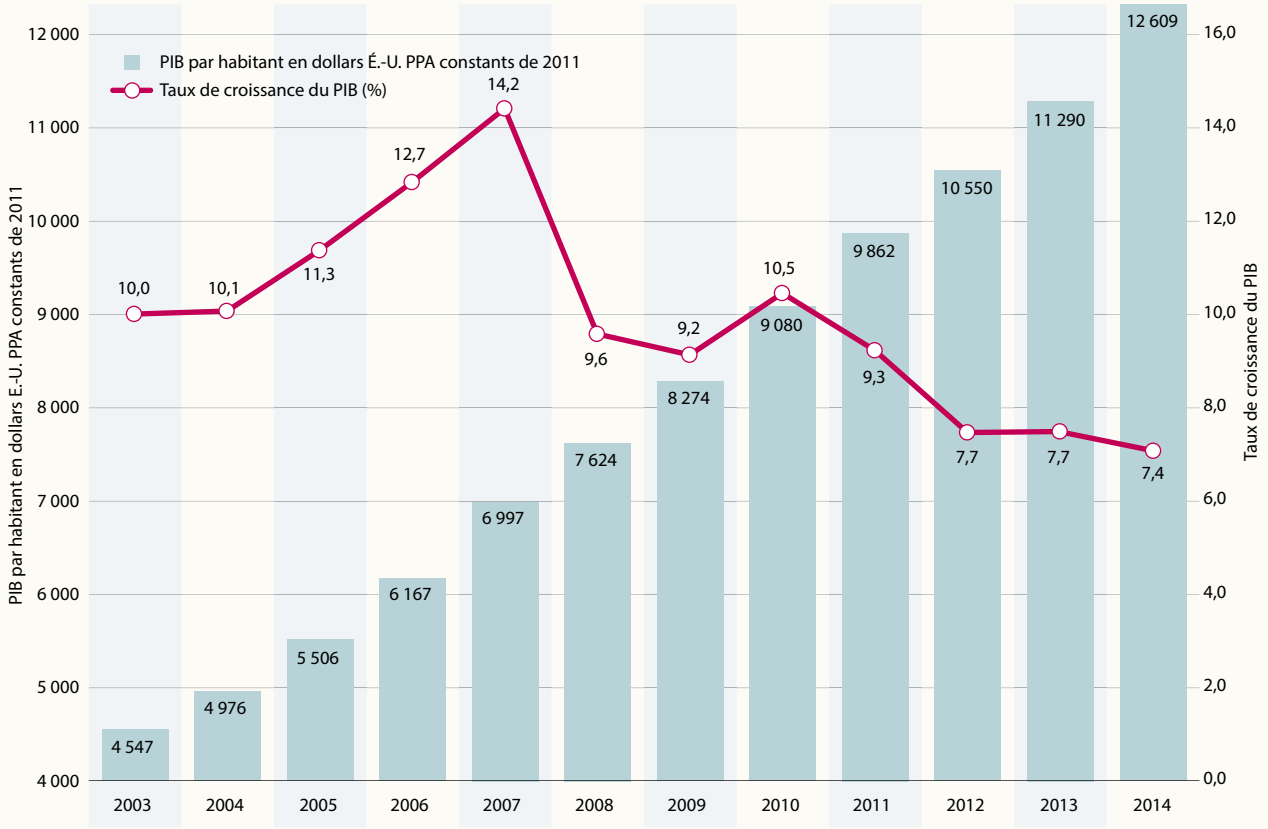
- La création d'une Banque asiatique d'investissement dans les infrastructures siégeant à Beijing, qui devrait être opérationnelle à la fin 2015 ; plus de 50 pays, dont l'Allemagne, la France, la République de Corée et le Royaume-Uni, se sont déjà déclarés prêts à se joindre au projet ;
- L'accord conclu par le Brésil, la Fédération de Russie, l'Inde, la Chine et l'Afrique du Sud (BRICS) en juillet 2014 portant création de la Nouvelle banque de développement (ou Banque de développement des BRICS), qui siègera à Shanghai et aura pour principale mission d'accorder des prêts aux projets d'infrastructures ;
- La création d'une zone de libre-échange de l'Asie-Pacifique qui, d'après la vision de la Chine, remplacera les accords bilatéraux et multilatéraux de libre-échange existant dans la région ; en novembre 2014, le sommet de l'APEC a approuvé la Feuille de route de Beijing qui prévoit la réalisation d'une étude de faisabilité à la fin 2016.

Parallèlement, en novembre 2012, la Chine a amorcé un changement de direction politique avec la nomination de Xi Jinping au poste de Secrétaire général du Comité central du Parti communiste chinois (PCC) à l'occasion du 18e Congrès national du PCC. En mars 2013, lors de la première session du douzième Congrès national du peuple, Xi Jinping et Li Keqiang ont été désignés respectivement Président de la République et Premier Ministre. La nouvelle administration a hérité d'une économie dont le taux de croissance annuel moyen était de près de 10 % au cours de la décennie précédente, résultant de la vigoureuse politique d'ouverture lancée par le réformateur Deng Xiaoping en 1978. Aujourd'hui, l'économie chinoise semble avoir atteint un nouveau palier ou une « nouvelle normalité » (*xin changtai*), qui se caractérise par une croissance plus régulière bien que ralentie : en 2014, le PIB n'a augmenté que de 7,4 %, le taux le plus faible en 24 ans (figure 23.1). La Chine cesse progressivement d'être « l'usine du monde » ; du fait de l'augmentation des coûts et de la rigueur des réglementations environnementales, son secteur manufacturier devient moins compétitif que celui des pays où la main-d'œuvre est moins rémunérée et les normes environnementales sont moins strictes. La « nouvelle normalité » souligne donc en outre l'urgence pour la Chine d'abandonner son modèle de développement économique à forte intensité de main-d'œuvre, d'investissements, d'énergie et de ressources au profit d'un modèle de plus en plus axé sur la technologie et l'innovation. L'initiative des « villes intelligentes » illustre la stratégie mise en place pour arriver à cette fin (encadré 23.1).

D'autres problèmes, allant du développement inclusif, harmonieux et respectueux de l'environnement au vieillissement de la société et au « piège du revenu intermédiaire » ont également besoin d'être résolus. Il est donc indispensable d'accélérer les réformes, qui semblent avoir été ralenties par la réponse de la Chine à la crise financière mondiale. Cette situation est susceptible de changer. Les nouveaux dirigeants ont en effet élaboré un programme de réforme ambitieux et exhaustif et lancé une campagne de lutte contre la corruption sans précédent visant certains hauts fonctionnaires de l'État.

1. D'après l'Institut de statistique de l'UNESCO, la dette chinoise totale, qui était d'environ 210 % du PIB fin 2014, se décomposait comme suit : les entreprises (y compris les emprunts et les obligations) 119 %, l'État 57 % et les ménages 34 %.

Figure 23.1 : **Tendances en matière de PIB par habitant et de croissance du PIB en Chine, 2003-2014**



Source : Banque mondiale, Indicateurs du développement dans le monde, mars 2015.

Encadré 23.1 : **Les villes intelligentes chinoises**

Le concept de « ville intelligente » s'inspire du concept de « planète intelligente » inventé par IBM. Aujourd'hui, il fait référence aux centres urbains futuristes axés sur la technologie de l'information et l'analyse de données et garantit l'amélioration des infrastructures et des services publics pour interagir plus efficacement et activement avec les citoyens. Il s'appuie sur les synergies de l'innovation des technologies existantes et fait appel à de nombreuses industries : les infrastructures de transport et de service public, les télécommunications et les réseaux sans fil, l'équipement électronique et les applications logicielles, ainsi que les technologies émergentes comme l'informatique omniprésente (ou l'Internet des objets), l'informatique en nuage et l'analyse des « mégadonnées ». En résumé, les villes intelligentes représentent une nouvelle tendance en matière d'industrialisation, d'urbanisation et d'informatisation. Pour la Chine, elles sont le moyen de relever les enjeux liés aux services publics, aux transports, à l'énergie, à l'environnement, aux soins de santé, à la sécurité publique, à la sécurité alimentaire et à la logistique.

Le *Douzième plan quinquennal* (2011-2015) insiste sur la promotion du développement des technologies propres aux villes intelligentes et encourage le lancement de programmes et de partenariats industriels, comme :

- L'Alliance stratégique pour l'innovation dans les technologies industrielles des villes intelligentes, gérée par le Ministère de la science et de la technologie depuis 2012 ;
- L'Alliance industrielle pour les villes intelligentes chinoises, dirigée par le Ministère de l'industrie et des technologies de l'information depuis 2013 ;
- L'Alliance pour le développement des villes intelligentes, sous la responsabilité de la NDRC depuis 2014.

Le Ministère du logement et du développement urbain et rural a fourni l'effort le plus considérable. En 2013, il avait sélectionné les 193 villes et zones de développement économique destinées à être les sites pilotes officiels des villes intelligentes. Le projet est éligible à un financement de 1 milliard de yuans (160 millions de dollars É.-U.) via un fonds d'investissement dépendant de la Banque de développement de Chine. En 2014, le Ministère de l'industrie et des technologies de l'information a annoncé la création d'un fonds d'investissement de 50 milliards de yuans pour la recherche et les projets relatifs aux villes intelligentes. Les investissements des autorités locales et du

TENDANCES EN MATIÈRE DE R&D

Le plus grand investisseur mondial en R&D d'ici 2019 ?

Au cours de la dernière décennie, la Chine a nettement progressé en matière de science, de technologie et d'innovation (STI), du moins en termes quantitatifs (figures 23.2 et 23.3). Elle a destiné une part croissante de son remarquable PIB à la recherche et au développement (R&D). Les dépenses intérieures brutes de recherche et développement (DIRD) s'élevaient à 2,08 % du PIB en 2013, alors que celles des 28 pays de l'Union européenne (UE) étaient de 2,02 % (voir chapitre 9), et ont légèrement augmenté en 2014 (2,09 % du PIB). D'après le rapport biennal *Science, technologie et industrie : Perspectives de l'OCDE 2014* (OCDE, 2014), la Chine devancera les États-Unis et deviendra le principal investisseur mondial en R&D d'ici environ 2019 ; ce jalon important étaiera son ambition de devenir un pays axé sur l'innovation d'ici 2020. Ces 20 dernières années, du fait de l'orientation de la politique sur le développement expérimental au détriment de la recherche appliquée et, en particulier, de la recherche fondamentale, les entreprises assuraient plus de trois quarts des DIRD. Depuis 2004, la priorité accordée au développement expérimental a encore été renforcée (figure 23.4).

Les domaines scientifiques et technologiques ont le vent en poupe et les établissements de l'enseignement supérieur comptent un nombre croissant de diplômés bien préparés, en particulier en science et en ingénierie. En 2013, le pays comptait 1,85 million d'étudiants de troisième cycle et 25,5 millions d'étudiants de premier cycle (tableau 23.1). Avec 1,48 million de chercheurs en équivalent temps plein (ETP) en 2013, la Chine est le leader mondial incontesté en la matière.

L'Office national de la propriété intellectuelle de Chine a reçu plus de 500 000 demandes de brevets d'invention en 2011, ce qui en fait le plus important au monde (figure 23.5). Le nombre d'articles de scientifiques chinois parus dans des revues internationales répertoriées par le *Science Citation Index* est également en progression constante. En 2014, la Chine arrivait en deuxième position derrière les États-Unis en termes de volume de publications (figure 23.6).

Quelques résultats remarquables

Les scientifiques et les ingénieurs chinois ont obtenu des résultats remarquables depuis 2011. Dans le domaine de la recherche fondamentale, citons l'effet Hall quantique anormal, la supraconductivité à haute température des matériaux ferreux, un nouveau type d'oscillation des neutrinos, une méthode d'induction des cellules souches pluripotentes et la structure cristalline du transporteur de glucose GLUT1 chez l'être humain. En matière de haute technologie stratégique, le programme spatial Shenzhou a réalisé des vols spatiaux habités. La première sortie d'un astronaute chinois dans l'espace date de 2008. En 2012, le module Tiangong-1 a effectué son premier atterrissage spatial, avec à son bord la toute première femme *taïkonaute*. En décembre 2013, la sonde Chang'e 3 atterrissait sur la lune ; depuis le programme lunaire de l'Union soviétique en 1976, personne n'y était retourné. La Chine a également réalisé des percées en matière de forage à grande profondeur et de calcul intensif. Le 30 décembre 2014, l'Administration nationale de l'aviation civile a certifié le premier grand aéronef de passagers de fabrication chinoise, l'ARJ21-700, d'une capacité de 95 passagers.

Plusieurs lacunes majeures en matière de technologie et d'équipements ont été comblées ces dernières années,

secteur privé affichent également une progression rapide. D'après les prévisions, les investissements totaux atteindront environ 1 600 milliards de yuans (256 milliards de dollars É.-U.) pendant la durée du *Douzième plan quinquennal*. Compte tenu de cet engouement, il est probable qu'un nombre croissant de citoyens chinois réclameront la participation de leur ville à l'initiative.

Début 2014, les ministères participants se sont associés à l'Administration chinoise de normalisation pour créer des groupes de travail chargés de gérer et de normaliser le développement des villes intelligentes.

L'essor des villes intelligentes est tel qu'il a apparemment amené huit organismes publics à préparer conjointement un guide visant à améliorer la coordination et la communication entre les participants industriels et entre l'industrie et les organismes publics. Publié en août 2014, il s'intitule *Guide pour la promotion d'un développement sain des villes intelligentes*. Il propose d'établir un réseau de villes intelligentes dotées de caractéristiques spécifiques d'ici 2020, puis de déployer l'initiative à l'échelle nationale. Les huit organismes publics étaient la NDRC et sept ministères (industrie et technologies de l'information ; sciences et technologies ; sécurité publique ; finances ; ressources foncières ; logement et développement urbain et rural ; et transports).

Des entreprises telles qu'IBM ont non seulement intégré le concept des villes intelligentes à leur stratégie de marketing mais ont également saisi cette occasion pour développer leurs activités en Chine. Dès 2009, IBM a lancé un programme de « ville intelligente » à Shenyang, dans la province de Liaoning (au nord-est) dans l'espoir de mettre en valeur ses points forts. L'entreprise a en outre participé aux initiatives semblables lancées entre autres par les villes de Shanghai, Guangzhou, Wuhan, Nanjing et Wuxi. En 2013, IBM a créé son premier Institut des villes intelligentes à Beijing ; cette plateforme ouverte facilite la collaboration entre ses experts, ses partenaires, ses clients, les universités et d'autres institutions de recherche autour de projets « intelligents » portant sur les ressources hydriques, les transports, les énergies et les nouvelles villes.

Certaines entreprises chinoises se sont distinguées par leurs performances technologiques et ont bouleversé les marchés ; citons, entre autres, Huawei et ZTE, fabricants d'équipements de télécommunication, et State Grid et Southern Grid, deux compagnies électriques.

Source : www.chinabusinessreview.com.

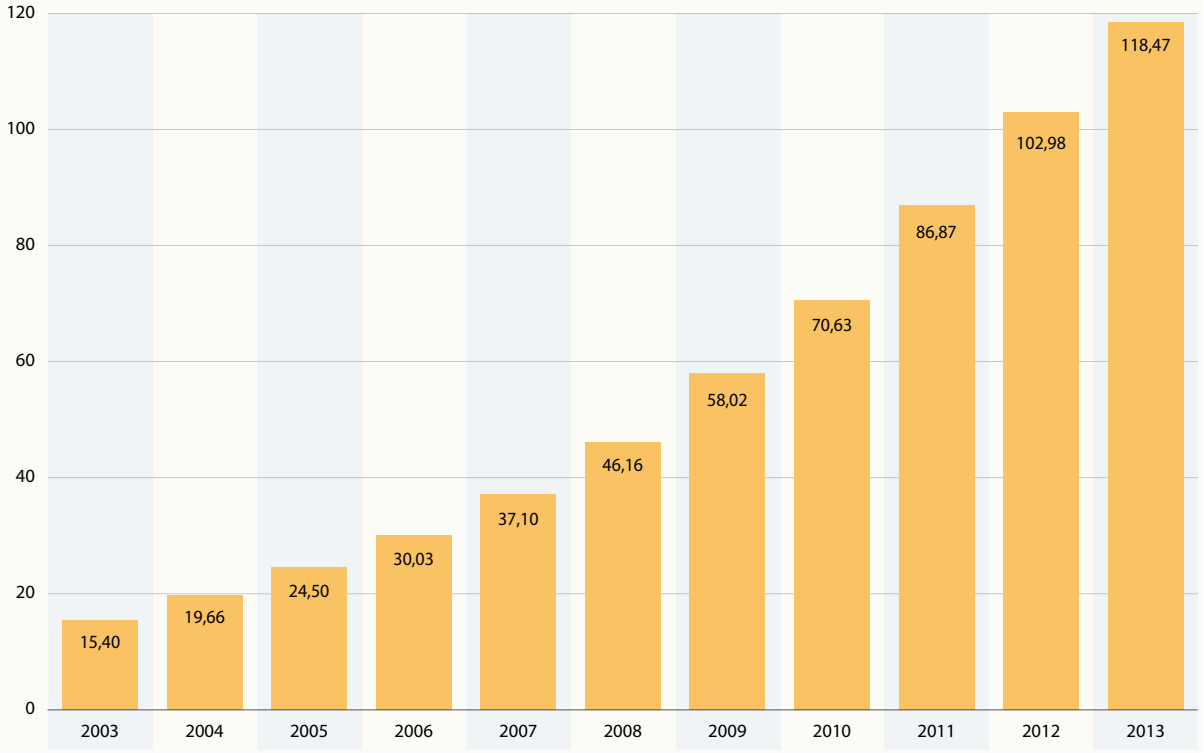
Figure 23.2 : **Ratios DIRD/PIB et DIRDE/PIB en Chine, 2003-2014 (%)**



Source : Bureau national des statistiques et Ministère de la science et de la technologie (plusieurs années) *China Statistical Yearbook on Science and Technology.*

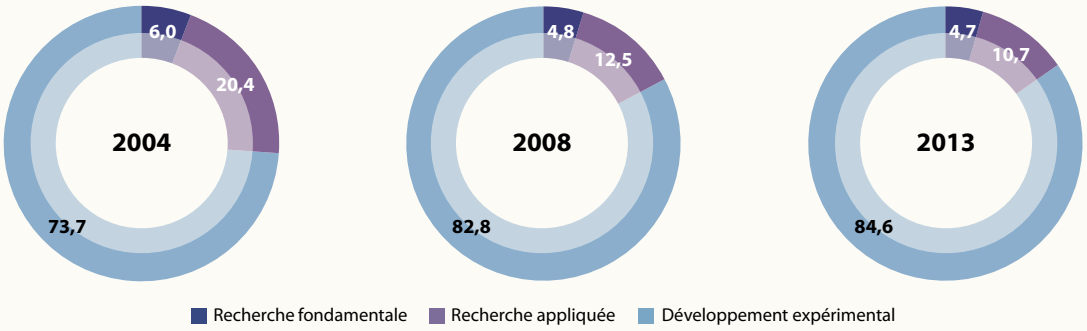
Figure 23.3 : **Croissance des DIRD en Chine, 2003-2013**

En dizaine de milliards de yuans



Source : Bureau national des statistiques et Ministère de la science et de la technologie (plusieurs années) *China Statistical Yearbook on Science and Technology.*

Figure 23.4 : **DIRD par type de recherche en Chine, 2004, 2008 et 2013 (%)**



Source : Bureau national des statistiques et Ministère de la science et de la technologie (plusieurs années) *China Statistical Yearbook on Science and Technology.*

Tableau 23.1 : **Tendances en matière de ressources humaines scientifiques et technologiques en Chine, 2003-2013**

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Chercheurs ETP (en milliers)	1 095	1 153	1 365	1 503	1 736	1 965	2 291	2 554	2 883	3 247	3 533
Chercheurs ETP par million d'habitants	847	887	1 044	1 143	1 314	1 480	1 717	1 905	2 140	2 398	2 596
Inscriptions dans l'enseignement de troisième cycle (en milliers)	651	820	979	1 105	1 195	1 283	1 405	1 538	1 646	1 720	1 794
Inscriptions dans l'enseignement de troisième cycle par million d'habitants	504	631	749	841	904	966	1 053	1 147	1 222	1 270	1 318
Inscriptions en licence (en millions)	11,09	13,33	15,62	17,39	18,85	20,21	21,45	22,32	23,08	23,91	24,68
Inscriptions en licence par million d'habitants	8 582	10 255	11 946	13 230	14 266	15 218	16 073	16 645	17 130	17 658	18 137

Source : Bureau national des statistiques et Ministère de la science et de la technologie (plusieurs années) *China Statistical Yearbook on Science and Technology.*

en particulier dans les domaines des technologies de l'information et de la communication (TIC)[2], de l'énergie, de la protection de l'environnement, de la fabrication de pointe, de la biotechnologie et d'autres industries émergentes[3]. Les grandes installations comme le collisionneur électron-positron de Beijing (1991), l'installation de rayonnement synchrotron située à Shanghai (2009) et le centre d'expérimentation sur les oscillations de neutrinos de la baie de Daya ont non seulement fait des découvertes décisives en matière de science fondamentale mais ont également promu la collaboration internationale. Ainsi, le projet d'expérimentation de la baie de Daya, qui recueille des données depuis 2011, est codirigé par des scientifiques chinois et américains et mis en œuvre, entre autres, par des Russes.

Un bond en avant dans le domaine des sciences médicales

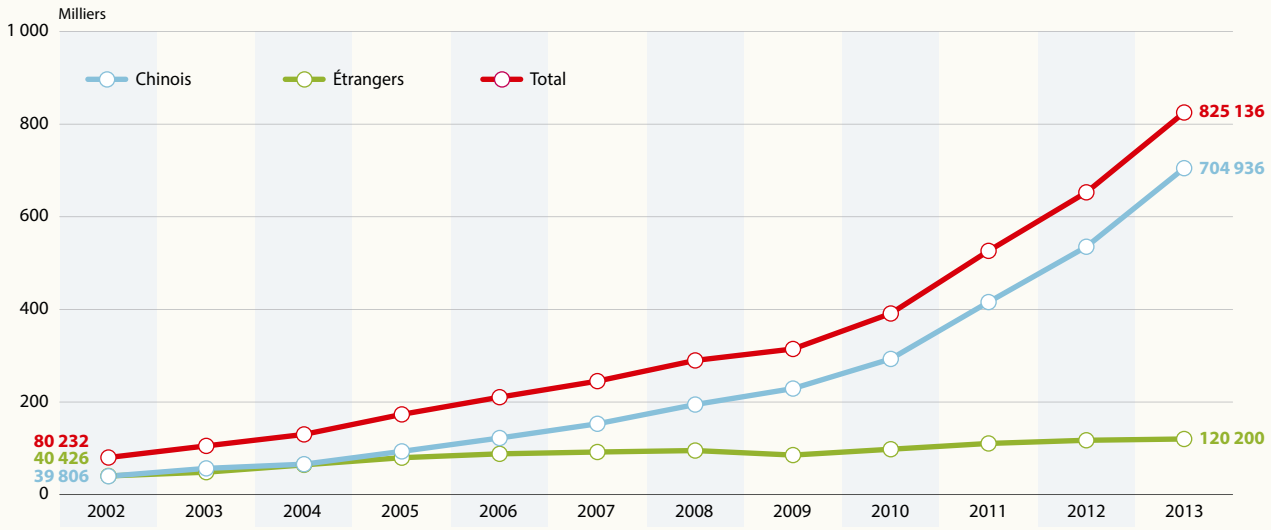
Au cours des 10 dernières années, la Chine a réalisé d'importantes avancées dans le domaine des sciences médicales. D'après la plateforme de recherche Web of Science, les publications y afférentes ont plus que triplé entre 2008 et 2014, passant de 8 700 à 29 295. Les domaines de prédilection traditionnels du pays, comme la science des matériaux, la chimie et la physique, n'ont pas connu une progression aussi rapide. L'Institut de l'information scientifique et technique de Chine, qui dépend du Ministère de la science et de la technologie, signale que les chercheurs chinois sont à l'origine d'environ un quart des articles relatifs à la science des matériaux et à la chimie et de 17 % des articles sur la physique publiés entre 2004 et 2014 à l'échelle mondiale, mais de seulement 8,7% des articles portant sur la biologie moléculaire et la génétique. Ce dernier pourcentage représente cependant une nette augmentation par rapport à la période allant de 1999 à 2003 (seulement 1,4 %). Au début des années 1950, la recherche génétique chinoise a cessé de se développer suite à l'adoption par les autorités de la doctrine du lyssenkisme ; mise au point par l'agriculteur russe Trofim Denissovitch Lyssenko (1898-1976) ; elle avait déjà freiné la recherche génétique dans l'Union soviétique et avait pour principe essentiel que nous sommes ce que nous apprenons. Cette philosophie environnementale niait le rôle joué par l'héritage génétique dans l'évolution. Si le lyssenkisme a été abandonné à la fin des années 1950, les généticiens chinois ont mis des décennies à rattraper leur retard (UNESCO, 2012). À l'aube du XXIe siècle, la participation de la Chine au Projet génome humain a ouvert une nouvelle ère. Plus récemment, le pays a apporté son soutien au Projet du variome humain ; cette initiative internationale placée sous l'égide du programme international relatif aux sciences fondamentales de l'UNESCO vise à cataloguer les variations génétiques humaines dans le monde entier afin

2. Fin 2014, 649 millions de Chinois avaient accès à Internet.

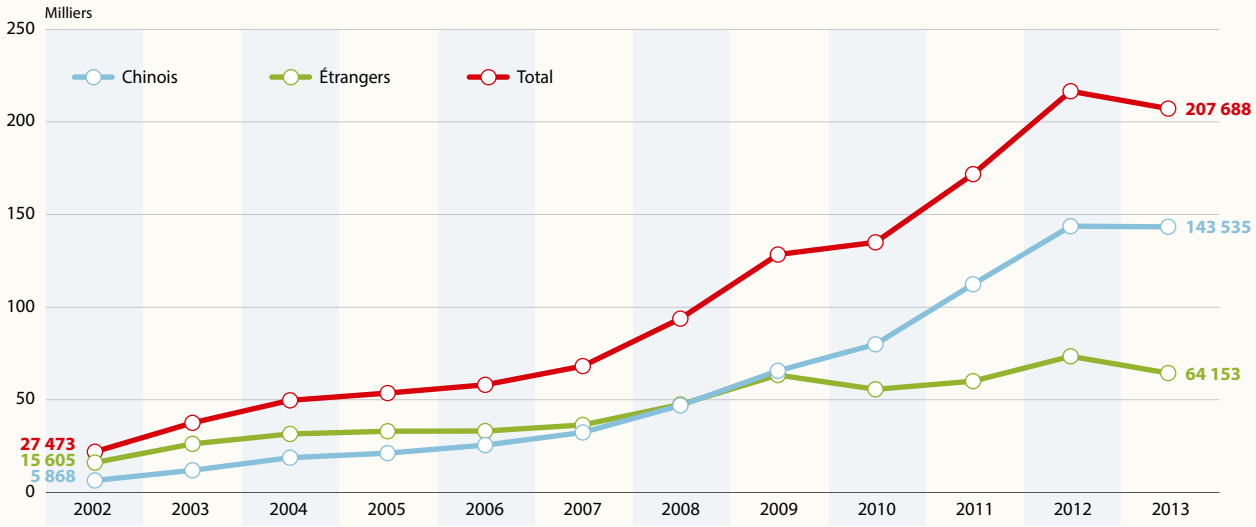
3. Les technologies respectueuses de l'environnement et économes en énergie, la nouvelle génération de TIC, la biotechnologie, la fabrication de pointe, les nouvelles énergies, les nouveaux matériaux et les automobiles alimentées par de nouvelles sources d'énergie constituent les industries émergentes stratégiques en Chine.

Figure 23.5 : **Demandes et délivrances de brevets aux inventeurs chinois et étrangers, 2002-2013**

Demandes



Brevets délivrés



Source : Bureau national des statistiques et Ministère de la science et de la technologie (plusieurs années) *China Statistical Yearbook on Science and Technology.*

d'améliorer les diagnostics et les traitements. En 2015, l'Institut de génie génétique et de santé Huayang de Beijing a injecté environ 300 millions de dollars des États-Unis dans le Projet du variome humain, qui permettront, au cours des 10 prochaines années, de créer 5 000 bases de données sur la génétique et les maladies et de mettre en place le pôle chinois du projet.

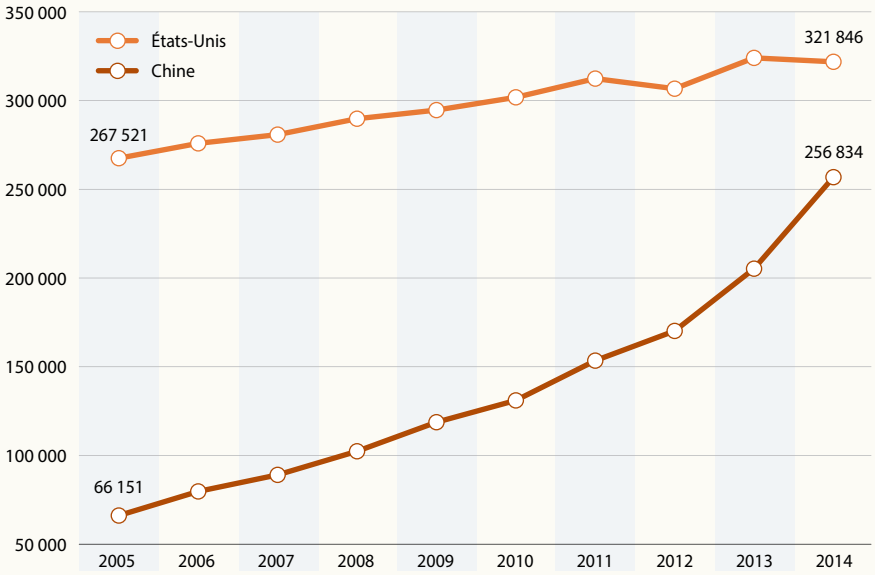
Deux nouveaux centres régionaux de formation et de recherche

Depuis 2011, la mise en place de deux nouveaux centres régionaux de formation et de recherche sous les auspices de l'UNESCO a favorisé la collaboration internationale :

- Le Centre régional de formation et de recherche sur les dynamiques de l'océan et le climat a été inauguré le 9 juin 2011 dans la ville de Qingdao. Situé dans les locaux du premier Institut d'océanographie, qui relève de l'administration nationale océanique, il forme gratuitement de jeunes scientifiques issus, en particulier, de pays asiatiques en développement ;
- Le Centre international de recherche et de formation pour la stratégie scientifique et technologique a vu le jour en septembre 2012 à Beijing. Il conçoit et dirige des programmes de coopération pour la formation et la recherche dans des domaines tels que l'analyse statistique et les indicateurs relatifs à la science et à la technologie, la prévision et la planification technologiques, le financement des politiques d'innovation et de développement de petites et moyennes entreprises (PME), et les stratégies de lutte contre le changement climatique et de promotion d'un développement durable.

Figure 23.6 : **Tendances en matière de publications scientifiques en Chine, 2005-2014**

La Chine pourrait devenir le principal auteur de publications scientifiques d'ici 2016



0,98

Taux moyen de citation des publications scientifiques chinoises, 2008-2012 ; la moyenne pour l'OCDE est de 1,08. La moyenne pour le G20 est de 1,02.

10,0 %

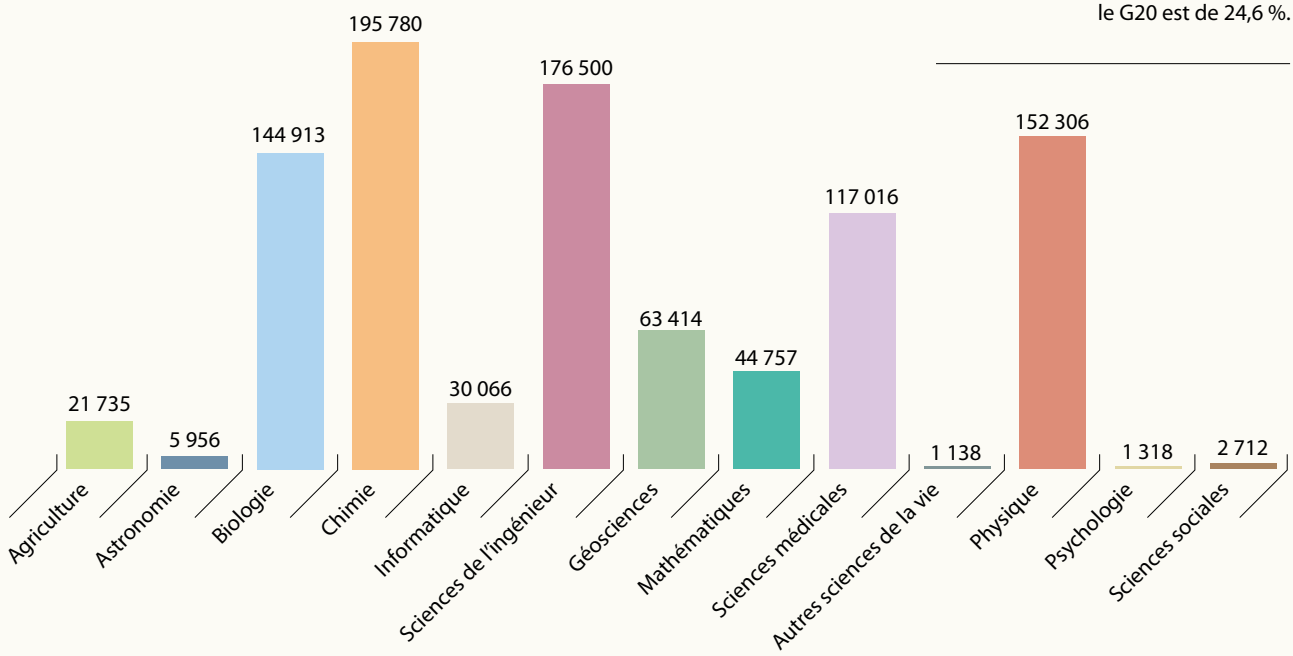
Proportion d'articles chinois parmi les 10 % les plus cités, 2008-2012 ; la moyenne pour l'OCDE est de 11,1 %. La moyenne pour le G20 est de 10,2 %.

24,4 %

Pourcentage d'articles chinois ayant au moins un coauteur étranger, 2008-2014 ; la moyenne pour l'OCDE est de 29,4 %. La moyenne pour le G20 est de 24,6 %.

La chimie, les sciences de l'ingénieur et la physique dominent les sciences chinoises

Totaux cumulés par discipline, 2008-2014



Remarque : Les totaux ne tiennent pas compte de 180 271 publications non indexées.

Les États-Unis sont de loin le principal partenaire de la Chine

Principaux partenaires étrangers 2008-2014 (en nombre d'articles)

	1er partenaire	2e partenaire	3e partenaire	4e partenaire	5e partenaire
Chine	États-Unis (119 594)	Japon (26 053)	Royaume-Uni (25 151)	Australie (21 058)	Canada (19 522)

Remarque : Les statistiques pour la Chine ne tiennent pas compte des régions administratives spéciales (SAR) de Hong Kong et de Macao.

Source : Plate-forme de recherche Web of Science de Thomson Reuters, Science Citation Index Expanded ; traitement des données par Science-Metrix.

TENDANCES EN MATIÈRE DE GOUVERNANCE DE LA STI

Une réforme dirigée par des ingénieurs devenus politiciens

Les progrès remarquables de la Chine en matière de STI sont le fait des vagues de mesures adoptées depuis le lancement en 1978 de la politique de réforme et d'ouverture visant à « rajeunir le pays à l'aide de la science, la technologie et l'éducation » (*kejiao xingguo*) [1995], à « renforcer les talents du pays » (*rencai qiangguo*) [2001], à « développer les capacités du pays en matière d'innovation » (*zizhu chuangxin nengli*) et à « transformer la Chine en pays axé sur l'innovation » (*chuangxin guojia*) [2006], une stratégie ancrée dans le *Plan national de développement des technologies et des sciences à moyen et long terme (2006-2020)*. La structure du pouvoir en Chine pendant les années 1980 et 1990 peut être décrite comme une alliance entre les technocrates et les bureaucrates de carrière ; ces derniers avaient besoin des premiers pour moderniser et développer l'économie et, à l'inverse, les technocrates avaient besoin des bureaucrates pour faire progresser leur carrière politique. Suite au décès de Deng Xiaoping en 1997, Jiang Zemin est devenu le « premier technocrate » du pays et a mis en place une technocratie à part entière (Yoon, 2007). Compte tenu de sa formation dans les meilleurs établissements d'enseignement scientifique et d'ingénierie, l'élite politique dirigeante était naturellement encline à favoriser les politiques promouvant le développement scientifique et technologique (Suttmeier, 2007). Ce n'est que sous l'administration actuelle que la Chine a commencé à favoriser les spécialistes des sciences sociales : Xi Jinping est docteur en droit de l'Université Tsinghua et Li Keqiang est titulaire d'un doctorat en économie délivré par l'Université de Beijing. Cependant, leur parcours éducatif particulier n'a pas entraîné un changement d'attitude des principaux dirigeants à l'égard de la science et de la technologie.

En juillet 2013, peu après son accession aux postes de Secrétaire général du Comité central du PCC et de Président de la République, Xi Jinping a rendu visite à l'Académie chinoise des sciences (CAS), la principale institution nationale en matière de science et de recherche. Sa vision des problèmes qui entravent le développement de la science et de la technologie en Chine s'articule autour de « quatre déséquilibres » (*sige buxiang shiying*) entre : le niveau de développement technologique et les exigences du développement socioéconomique ; le système scientifique et technologique et les exigences y afférentes nécessaires au développement rapide du système ; la répartition des disciplines scientifiques et technologiques et les exigences y afférentes nécessaires à leur essor ; le personnel spécialisé et les besoins du pays en termes de talents. Xi Jinping a exhorté la CAS à être la « pionnière dans quatre domaines » (*sige shuaixian*) et à repousser les frontières de la recherche scientifique, à renforcer les talents innovants nationaux, à établir un groupe de réflexion de haut niveau sur la science et la technologie à l'échelle nationale et à devenir une institution de renommée mondiale dans le domaine de la recherche.

Les leaders politiques chinois sont également déterminés à élargir leurs propres connaissances. En effet, depuis 2002, le bureau politique du Comité central du PCC a régulièrement organisé des séances d'étude en groupe auxquelles il a convié d'importants universitaires chinois qui l'ont informé sur des sujets liés au développement socioéconomique national, dont la STI. Le binôme Xi Jinping-Li Keqiang a maintenu cette tradition. En septembre 2013, le bureau politique a organisé un groupe d'étude au parc scientifique de Zhongguancun, la « Silicon Valley » chinoise. Au cours de cette neuvième séance d'étude en groupe organisée par les nouveaux dirigeants – la première se tenant en dehors du siège du Parti communiste à Zhongnanhai – ses membres se sont particulièrement intéressés aux nouvelles technologies, comme l'impression en trois dimensions, les mégadonnées et l'informatique en nuage, les nanomatériaux, les biopuces et les communications quantiques. Dans son allocution prononcée à cette occasion, Xi Jinping, tout en soulignant l'importance cruciale de la science et de la technologie pour renforcer la puissance du pays, a signalé que la Chine devait faire en sorte d'intégrer l'innovation dans le développement socioéconomique, de renforcer les capacités en matière d'innovation endogène, de promouvoir ses talents, d'établir un environnement politique propice à l'innovation et de continuer à s'ouvrir à la coopération scientifique et technologique internationales. Depuis 2013, les appels du gouvernement à faire prévaloir « l'énergie positive » (*zheng nengliang*) dans toutes les sphères de la société, y compris le secteur universitaire, ont cependant fait naître la crainte que cette nouvelle doctrine n'étouffe la réflexion critique dont se nourrissent la créativité et la recherche visant à résoudre des problèmes, si l'évocation de problèmes venait à être assimilée à une « énergie négative ».

La nouvelle équipe dirigeante s'efforce de relier les dénommées « deux couches de la peau » (*liang zhang pi*) que sont la recherche et l'économie, un défi de longue haleine pour le système scientifique et technologique chinois. Le principal sujet de discussion de la septième réunion du Groupe central dirigeant pour l'économie et les finances, qui s'est tenue le 18 août 2014 sous la direction de Xi Jinping, était le projet de stratégie de développement axée sur l'innovation qui a officiellement été rendue publique par le Comité central du PCC et par le Conseil d'État le 13 mars 2015. Cette initiative illustre le fait que les autorités misent sur l'innovation pour restructurer le modèle de développement chinois.

Les entreprises dépendent toujours des technologies de base étrangères

De fait, l'importance accordée actuellement à la STI par l'élite politique tient au mécontentement que lui inspirent les performances actuelles du système national d'innovation. Il existe un déséquilibre entre les intrants et les produits (Simon, 2010). En dépit d'une importante injection de fonds (figure 23.3), de chercheurs mieux formés et d'équipements plus sophistiqués, les scientifiques chinois, y compris ceux qui sont retournés au pays et qui contribuent désormais pleinement à la recherche et à l'innovation nationales, n'ont pas encore fait de découvertes essentielles susceptibles d'être récompensées par un prix Nobel (encadré 23.2). Les résultats de la recherche sont rarement à l'origine de technologies et de produits innovants et compétitifs. Le fait que ces résultats soient considérés comme des biens publics décourage les chercheurs spécialistes des transferts de technologie

et rend difficile, voire impossible, la commercialisation des résultats de la recherche. À de rares exceptions près, les entreprises chinoises continuent de dépendre de l'étranger pour les technologies de base. D'après une étude de la Banque mondiale, en 2009, la balance des paiements de la Chine relative à la propriété intellectuelle, qui couvre les redevances et les droits de licence, affichait un déficit de 10 milliards de dollars des États-Unis (Ghafele et Gibert, 2012).

Le pays a ainsi dû revenir sur son ambition d'adopter une trajectoire de développement pleinement axée sur l'innovation. De fait, les efforts déployés par la Chine pour devenir un leader mondial de la STI dépendent de sa capacité à évoluer vers un système national d'innovation plus efficace et plus solide. Un examen plus approfondi permet de déceler le manque de coordination entre les différents acteurs au niveau macro, une répartition inéquitable des fonds au niveau méso et une évaluation inadéquate des performances des projets et des programmes de recherche, des scientifiques eux-mêmes et des institutions au niveau micro. Il semble urgent et inévitable de réformer les trois niveaux du système national d'innovation (Cao *et al.*, 2013).

Le nouveau gouvernement accélère la réforme

C'est dans ces circonstances qu'a été lancée la réforme actuelle du système scientifique et technologique national. Début juillet 2012, une Conférence nationale sur la science, la technologie et l'innovation a été organisée peu avant le changement de gouvernement. L'un de ses résultats clés est un document officiel publié en septembre 2012, *Avis sur l'approfondissement de la réforme du système scientifique et technologique et sur l'accélération de la construction d'un système national d'innovation*. Rédigé par le Comité central du PCC et le Conseil d'État, ce document renforce la mise en œuvre du *Plan national de développement des technologies et des sciences à moyen et long terme (2006-2020)*, lancé en 2006.

C'est également en septembre 2012 que s'est tenue la première réunion du nouveau Groupe national dirigeant pour la réforme du système scientifique et technologique et la création d'un système d'innovation. Composé de représentants de 26 organismes publics et dirigé par Liu Yandong, membre du bureau politique du Comité central et conseillère d'État, ce groupe a pour mission de guider et de coordonner la réforme et l'établissement du système national d'innovation chinois, et de débattre et d'approuver les règlementations clés. Quelques mois plus tard, lors du changement de gouvernement, Liu Yandong a non seulement conservé son poste au sein du parti mais a également été nommée Vice-Première Ministre dans l'appareil de l'État, garantissant la poursuite des efforts dans le domaine scientifique et confirmant l'importance qui leur est accordée.

La réforme du système scientifique et technologique s'est accélérée sous l'impulsion du nouveau gouvernement. En général, la réforme engagée par le binôme Xi Jinping-Li Keqiang se caractérise par la dénommée « conception de haut niveau » (*dingceng sheji*), qui englobe les considérations d'ordre stratégique étayant la formulation de directives afin de garantir l'exhaustivité, la coordination et la pérennité de la réforme ; l'adoption d'une approche équilibrée et centrée de la réforme qui tienne compte des intérêts du PCC et du pays ; et l'importance capitale accordée à la suppression des obstacles institutionnels et structurels, ainsi que des contradictions profondément ancrées, et à la promotion de l'innovation coordonnée au sein des institutions, entre autres, économiques, politiques, culturelles et sociales. Cette « conception de haut niveau » a particulièrement été promue sous l'administration Xi Jinping-Li Keqiang. Plus concrètement, la réforme du système scientifique et technologique bénéficie d'un fort soutien politique, comme l'illustrent la visite du Président de la République à la CAS déjà mentionnée et l'existence du groupe d'étude du bureau politique à Zhongguancun. En dépit de son emploi du temps chargé, Xi Jinping a présidé à plusieurs reprises les sessions de présentation des rapports des organismes publics pertinents faisant état des progrès de la réforme et de la stratégie de développement axée sur l'innovation. Il a également suivi de très près la réforme du système des élites académiques (*yuanshi*) de la CAS et de l'Académie chinoise des ingénieurs (CAE), ainsi que la transformation générale de la CAS et des mécanismes de financement public des programmes nationaux relatifs à la science et à la technologie (voir p. 633).

Examen à mi-parcours du *Plan à moyen et long terme*

Outre la préoccupation des dirigeants politiques à l'égard du décalage entre l'augmentation des intrants en matière de R&D et les résultats scientifiques et technologiques relativement modestes, auquel s'ajoute la nécessité de promouvoir la science et la technologie pour restructurer l'économie chinoise, il est possible que l'élan réformateur ait été stimulé par l'examen à mi-parcours du *Plan national de développement des technologies et des sciences à moyen et long terme (2006-2020)*. Comme l'expliquait le *Rapport de l'UNESCO sur la science 2010*, ce plan définit un ensemble d'objectifs quantitatifs à l'horizon 2020, y compris (Cao *et al.,* 2006) :

- Augmenter à 2,5 % du PIB les investissements dans la R&D ;
- Élever à plus de 60 % la contribution des progrès technologiques à la croissance économique ;
- Réduire à moins de 30 % la dépendance de la Chine à l'égard des importations de technologie ;
- Se hisser parmi les cinq premiers pays pour le volume de brevets d'invention délivrés à ses citoyens ;
- Faire en sorte que les articles scientifiques rédigés par des Chinois figurent parmi les plus cités au monde.

La Chine est en bonne voie pour atteindre ces objectifs quantitatifs. Comme nous l'avons déjà signalé, les DIRD représentaient 2,09 % du PIB en 2014. En outre, les progrès technologiques contribuent déjà à hauteur de plus de 50 % à la croissance économique : en 2013, les inventeurs chinois ont obtenu environ 143 000 brevets d'invention et la Chine s'est classée au quatrième rang mondial en nombre de citations d'articles scientifiques. D'après les prévisions, la dépendance de Beijing à l'égard de la technologie étrangère devrait baisser à environ 35 % en 2015. Parallèlement, plusieurs ministères se sont concertés pour mettre en place des politiques visant à faciliter la mise en œuvre du *Plan à moyen et long terme*. Ces politiques consistent, entre autres, à proposer aux entreprises innovantes des incitations fiscales et d'autres formes de soutien financier, à privilégier les entreprises nationales de haute technologie dans

le cadre des marchés publics, à encourager l'assimilation et la ré-innovation fondées sur la technologie importée, à renforcer la protection des droits de propriété intellectuelle, à favoriser le développement des talents, à intensifier la popularisation de l'éducation et de la science et à établir les plates-formes élémentaires d'innovation scientifique et technologique (Liu, *et al.,* 2011).

Cela soulève la question de déterminer, au-delà des statistiques, quelle a été la contribution du *Plan à moyen et long terme* aux efforts déployés pour réaliser l'ambition de la Chine de devenir un pays axé sur l'innovation d'ici 2020. En novembre 2013, le Conseil d'État a approuvé l'examen à mi-parcours de la mise en œuvre du *Plan à moyen et long terme*. Le Ministère de la science et de la technologie a dirigé cette initiative, avec l'aide d'un comité directeur créé en liaison avec 22 organismes publics ; l'Académie chinoise des ingénieurs a été chargée d'organiser l'examen. Les 20 groupes thématiques qui avaient conduit des travaux de recherche stratégique pendant la rédaction du *Plan à moyen et long terme* ont consulté des experts de la CAS, de la CAE et de l'Académie chinoise des sciences sociales. Plus de 200 experts ont participé aux consultations au sein de la CAS. Des groupes de discussion comprenant les effectifs d'entreprises innovantes, de multinationales présentes en Chine, d'instituts de R&D, d'universités et d'autres secteurs, ont été constitués. Une attention particulière a été accordée à la mesure, entre autres, des progrès accomplis par 16 mégaprogrammes d'ingénierie (tableau 23.2), la recherche fondamentale de pointe menée dans plusieurs domaines clés à l'aide de grands programmes scientifiques, la réforme du système scientifique et technologique, l'établissement d'un système national d'innovation axé sur les entreprises et les politiques visant à soutenir la mise en œuvre du *Plan à moyen et long terme*. L'équipe chargée de l'examen a interrogé, consulté et soumis des questionnaires à des experts et des spécialistes étrangers sur la capacité d'évolution de la Chine en matière d'innovation endogène dans un environnement international en constante transformation. Plus de 8 000 experts nationaux et étrangers ont également évalué dans ce cadre de mégaprogrammes d'ingénierie, entre autres, à l'aide d'études de prévision technologique, afin de déterminer la position de la Chine dans ces domaines technologiques (tableau 23.2). Aux niveaux provincial et municipal, l'examen s'est concentré sur Beijing, Jiangsu, Hubei, Sichuan, Liaoning et Qingdao.

Encadré 23.2 : **Promouvoir le retour au pays de l'élite chinoise**

Depuis le lancement de la politique d'ouverture, plus de 3 millions de citoyens chinois ont été autorisés à étudier à l'étranger. Environ 1,5 million sont rentrés en Chine (figure 23.7). Un nombre croissant de rapatriés sont des entrepreneurs et des professionnels expérimentés qui ont tiré profit des immenses possibilités qu'offre la croissance économique rapide de la Chine et des politiques préférentielles adoptées par les autorités pour les séduire.

Depuis le milieu des années 1990, plusieurs programmes importants ciblant les talents ont été mis en œuvre par le Ministère de l'éducation (bourses Cheung Kong), l'Académie chinoise des sciences (Programme des cent talents) et d'autres organismes publics aux niveaux central et local. Ils ont fait miroiter des ressources et des incitations extrêmement généreuses et d'importantes distinctions aux yeux des candidats potentiels. Ils avaient pour cible les pionniers de la science, les leaders des technologies essentielles et les cadres de l'industrie de la haute technologie, mais également – en particulier pendant la crise financière mondiale – les professionnels des secteurs du conseil, de la finance et du droit. Ils n'ont pourtant pas réussi à convaincre les expatriés occupant des postes de haut niveau de retourner en Chine.

Mécontents des progrès globaux accomplis en matière de STI et d'enseignement supérieur par rapport à l'avalanche de fonds qui y ont été consacrés, les dirigeants politiques ont attribué le problème au manque de talents du calibre du père fondateur de la technologie spatiale chinoise, Qian Xuesen, du créateur de la géomécanique, Li Siguang, ou encore du physicien nucléaire Deng Jiaxian. Fin 2008, le Département de l'organisation centrale du Comité central du PCC, qui nomme et évalue les fonctionnaires de haut rang au niveau ministériel et des provinces, s'est attribué une nouvelle fonction, celle de « chasseur de têtes », en lançant le Programme des mille talents *(qianren jihua)*.

En substance, ce programme, dont la durée s'étendra de cinq à dix ans, consiste à promouvoir le retour au pays de quelque 2 000 Chinois expatriés, âgés de moins de 55 ans, titulaires d'un doctorat étranger et ayant l'un des trois profils suivants : professeurs titulaires de chaire dans des établissements d'enseignement renommés, cadres d'entreprise expérimentés et entrepreneurs propriétaires de brevets concernant des technologies de base. L'État s'engage à fournir un capital de démarrage de 1 million de yuans à chaque recrue. Parallèlement, l'établissement ou l'entreprise les embauchant met à leur disposition un logement de 150 à 200 m^2 et leur promet un salaire équivalent ou presque à celui qu'ils avaient à l'étranger ; une distinction nationale leur est également accordée.

Fin 2010, une nouvelle composante a été ajoutée au Programme des mille talents, pour cibler les jeunes scientifiques et ingénieurs âgés de 40 ans et moins, titulaires d'un doctorat d'une université étrangère réputée, ayant une expérience de la recherche à l'étranger d'au moins trois ans et occupant un poste officiel dans une université, une entreprise ou un institut de recherche étranger prestigieux. Les recrues sont tenues de travailler à temps plein dans une institution chinoise pendant une période initiale de cinq ans. En contrepartie, une subvention de 500 000 yuans et une bourse de recherche de 1 à 3 millions de yuans leur sont accordées.

En 2015, le programme avait recruté 4 100 expatriés chinois et experts étrangers affichant une trajectoire remarquable. Wang Xiaodong, prestigieux chercheur de l'Institut médical Howard Hughes, reçu

Tableau 23.2 : **Les mégaprogrammes d'ingénierie de la Chine jusqu'en 2020**

Les 16 mégaprogrammes d'ingénierie correspondent à environ 167 projets de plus petite envergure. Treize mégaprogrammes ont été rendus publics.

Technologie propre à la fabrication de pointe	Technologies de fabrication de circuits intégrés à très grande échelle et technologies associées
	Machines à commande numérique de pointe et technologies de fabrication de base
Transports	Aéronefs de grande dimension
Agriculture	Culture de nouvelles variétés d'organismes génétiquement modifiés (encadré 23.3)
Environnement	Contrôle de la pollution de l'eau et gouvernance en la matière (encadré 23.4)
Énergie	Exploitation des grands champs de pétrole et de gaz et du méthane houiller
	Grands réacteurs modernes à eau pressurisée et centrales nucléaires ayant des réacteurs à haute température refroidis au gaz (encadré 23.5)
Santé	Développement de nouveaux médicaments importants
	Prévention et traitement du sida, de l'hépatite virale et d'autres maladies infectieuses graves
TIC	Systèmes électroniques de base, puces génériques haut de gamme et logiciels de base
	Communication mobile sans fil à large bande de nouvelle génération
Technologies spatiales	Système d'observation de la Terre de haute résolution
	Programmes de vols spatiaux habités et d'exploration de la lune

Source : Plan national de développement des technologies et des sciences à moyen et long terme (2006-2020).

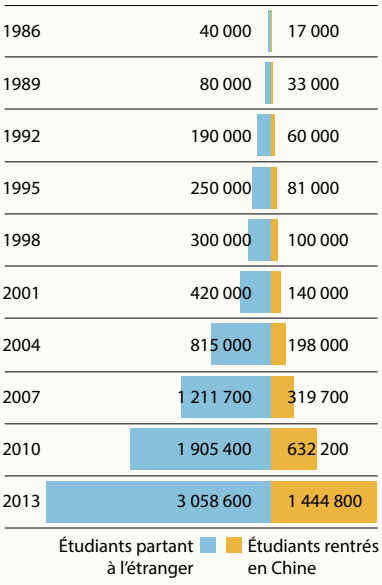
à l'Académie nationale des sciences des États-Unis en 2004 à seulement 41 ans, et Shi Yigong, professeur titulaire de la chaire de biologie structurale de l'Université de Princeton, figurent parmi les principales « prises ».

Le Programme des mille talents n'est cependant pas dépourvu de défauts de conception ou de mise en œuvre. Pour commencer, les critères ont évolué au cours du temps. À l'origine, le programme ciblait les professeurs titulaires de chaire dans des universités étrangères renommées ou des établissements équivalents ; dans la pratique, le seuil d'exigence a été revu à la baisse pour inclure tout type d'établissement ainsi que les professeurs adjoints. Le traitement préférentiel qui était initialement réservé aux nouvelles recrues a été étendu à titre rétrospectif aux rapatriés qualifiés issus d'une vague de retour précédente. L'évaluation des candidats s'est principalement concentrée sur leurs publications scientifiques et la durée d'emploi à temps plein requise a été ramenée à six mois. Étant donné que bon nombre, voire la plupart, des recrues ne restent que quelques mois en Chine, même si leur contrat en dispose autrement, le Département de l'organisation centrale a dû prévoir des contrats d'une durée de deux mois. Cette mesure s'éloigne considérablement de l'objectif initial et soulève des doutes sur la capacité du programme à encourager le retour permanent des expatriés éminents. Ce revers suggère qu'en dépit des rémunérations généreuses, la fine fleur des expatriés chinois continue de penser que l'environnement offert par leur pays n'est pas propice à un retour permanent. Les raisons de leur réticence sont, entre autres : en Chine, les relations personnelles (*guanxi*) prévalent généralement sur les mérites lors de l'octroi de subventions, de promotions et de récompenses ; la communauté scientifique chinoise est gangrenée par les écarts de conduite ; dans le domaine des sciences sociales, certains domaines de recherche demeurent tabous.

Le Département de l'organisation n'a jamais publié la liste officielle des rapatriés pour éviter qu'ils n'aient à subir les remontrances de leur employeur étranger ou qu'ils perdent leur poste en raison d'un conflit d'intérêts.

Le programme a en outre desservi les intérêts des talents ayant une formation nationale, celle-ci étant perçue comme étant de moindre qualité, et les premiers rapatriés qui ont bénéficié d'un traitement moins généreux que les dernières recrues. Afin de corriger ces lacunes, le Département de l'organisation a lancé en août 2012 le Programme des dix mille talents qui propose des avantages similaires à un plus grand nombre de candidats.

Figure 23.7 : **Nombre cumulé d'étudiants chinois partant à l'étranger et de rapatriés, 1986-2013**



Source : Recherches de l'auteur.

À l'origine, l'examen devait prendre fin en mars 2014 et les conclusions préliminaires rendues publiques en juin de la même année. Cependant, la deuxième réunion du comité directeur ne s'est tenue que le 11 juillet 2014. Une fois l'évaluation conclue, l'équipe responsable résumera les informations recueillies sur la mise en œuvre du *Plan à moyen et long terme* et sur le rôle joué par la science et la technologie depuis 2006 comme vecteurs du développement socioéconomique. Des recommandations seront alors émises pour ajuster le plan de mise en œuvre de manière pertinente. Les résultats de l'examen seront pris en compte lors de la formulation du *Treizième plan quinquennal* (2016-2020) et du lancement de la réforme du système scientifique et technologique.

Il semble néanmoins que l'examen du *Plan à moyen et long terme* réaffirmera le dénommé « système national unique » (*juguo tizhi*), en vertu duquel toutes les ressources du pays sont affectées à des domaines jugés prioritaires[4]. Cette approche rappelle le développement par l'État de programmes d'armement stratégique (*liangdan yixing*) lancés à compter du milieu des années 1960 et fondés sur la mobilisation et la concentration des ressources. Elle peut constituer, conjointement avec l'introduction de la « conception de haut niveau » dans la formulation des initiatives de réforme, un trait caractéristique de l'innovation de la Chine dans les années à venir.

Réforme de l'Académie chinoise des sciences

La dernière réforme de la CAS remet une nouvelle fois en cause sa place au sein du système scientifique et technologique national ; en effet, la question s'était déjà posée lors de la création de l'académie immédiatement après la fondation de la République populaire de Chine en 1949.

À l'époque, la recherche et la formation étaient séparées au niveau des universités et des instituts de R&D industrielle qui se concentraient sur des problèmes spécifiques à leurs domaines.

4. Cette approche émane du système sportif géré par l'État ou « système national unique », où il était de rigueur de concentrer l'ensemble des ressources nationales à la formation des athlètes susceptibles de gagner des médailles aux Jeux olympiques. Le succès des programmes d'armement stratégique de la Chine dans les années 1960 et 1970 et des programmes de défense nationale qui y ont fait suite a été attribué à cette approche, qui est également utilisée pour décrire les 16 mégaprogrammes d'ingénierie mis en œuvre dans le cadre du *Plan à moyen et long terme* à l'horizon 2020.

Encadré 23.3 : **Cultiver une nouvelle variété d'OGM : un mégaprogramme d'ingénierie**

Le Conseil d'État, après avoir débattu sur la nécessité de commercialiser certains organismes génétiquement modifiés (OGM) et, éventuellement, de définir les modalités et de dresser un calendrier pour l'établissement d'un mécanisme rigoureux d'évaluation de la biosécurité et des risques, a donné son feu vert au lancement officiel du programme le 9 juillet 2008. Il s'agit sans conteste du plus controversé des 16 mégaprogrammes d'ingénierie.

Géré par le Ministère de l'agriculture, il a plusieurs objectifs : obtenir des gènes permettant de nouvelles applications et générer des droits de propriété intellectuelle nationaux ; cultiver de nouvelles variétés importantes d'OGM présentant une résistance aux maladies, aux insectes et au stress et un rendement élevé ; améliorer l'efficacité de la production agricole ; augmenter le niveau global de la technologie transgénique agricole et intensifier sa commercialisation ; et enfin apporter un solide soutien scientifique au développement durable de l'agriculture chinoise. Entre 2009 et 2013, la prise en charge du programme par le gouvernement central s'élevait à 5,8 milliards de yuans.

Les activités actuelles portent, entre autres, sur le développement de cultures d'OGM résistants aux virus, aux maladies, aux insectes, aux bactéries et aux champignons et présentant une tolérance aux herbicides sélectifs. Les cultures génétiquement modifiées, comme le blé, le maïs, le soja, la pomme de terre, le canola et la cacahuète, se trouvent à différentes phases de développement (études de laboratoire, essais sur le terrain ou dissémination dans l'environnement), mais n'ont pas encore obtenu le certificat de biosécurité indispensable à leur commercialisation.

Depuis l'avènement du nouveau pouvoir politique fin 2012 et au début de 2013, la Chine a modifié sa politique en matière de technologie transgénique, et en particulier des cultures d'OGM. Dans son allocution à l'occasion de la conférence centrale sur le travail rural, qui s'est tenue le 23 décembre 2013, Xi Jinping a présenté la position de la Chine sur la question des plantes transgéniques. Il a affirmé comprendre les doutes et les débats générés par les nouvelles technologies nécessaires au développement des plantes transgéniques et a mis en avant les vastes perspectives de développement qu'elles renferment. Il a en outre souligné l'importance de se conformer strictement aux règlementations et aux spécifications techniques approuvées par l'État, de procéder sans précipitation afin d'éviter tout incident et de tenir compte des questions de sûreté. Il a également déclaré que la Chine devrait avoir une approche audacieuse de la recherche et de l'innovation, maîtriser les technologies transgéniques et empêcher les entreprises étrangères de dominer le marché national des produits agricoles génétiquement modifiés.

Peu après le lancement du programme, le processus de certification relatif à la biosécurité des cultures génétiquement modifiées, qui traînait en longueur, a été accéléré afin de permettre la délivrance des certificats pertinents pour deux variétés de riz génétiquement modifié et le maïs phytase en 2009. Ces certificats de biosécurité ont expiré en août 2014 dans un contexte marqué par la contestation croissante des militants opposés aux OGM, mais ont néanmoins été renouvelés le 11 décembre 2014. Il reste encore à voir si les mégaprogrammes d'ingénierie relatifs aux OGM se dérouleront sans heurts au cours des cinq prochaines années.

Source : www.agrogene.cn ; recherches de l'auteur.

L'académie vivait alors ses heures de gloire et contribuait, en particulier, au succès des programmes d'armement stratégique à l'aide d'un plan de développement disciplinaire axé sur la réalisation de missions.

La CAS est rapidement devenue victime de son propre succès ; sa forte visibilité a suscité un vif intérêt chez les dirigeants politiques et d'autres acteurs du système scientifique et technologique. Au milieu des années 1980, tandis que la Chine entreprenait de réformer ce système, la CAS a été contrainte d'adopter l'approche basée sur « une académie, deux systèmes », qui consistait à charger un petit nombre de scientifiques de la recherche fondamentale en suivant les tendances mondiales en matière de haute technologie, tout en encourageant la majorité de son personnel à se consacrer à la commercialisation des résultats et des projets de recherche ayant une pertinence directe pour l'économie. La qualité d'ensemble de la recherche s'en est ressentie, ainsi que la capacité de l'académie à aborder la recherche fondamentale.

En 1998, le président de la CAS, Lu Yongxiang, a lancé le Programme d'innovation des connaissances afin de stimuler le dynamisme de l'académie (Suttmeier *et al.*, 2006a ; 2006b). À l'origine, la CAS comptait satisfaire les autorités en rendant le personnel de ses instituts plus souple et mobile. L'existence de l'académie s'est cependant vue compromise suite aux réductions d'effectifs visant à compenser les efforts du gouvernement pour renforcer les capacités des universités en matière de recherche et le secteur de la défense nationale, qui, ironiquement, a traditionnellement absorbé le personnel de la CAS ou dépendait de cette dernière pour mener d'importants projets de recherche. La CAS a réagi non seulement en inversant son approche initiale, mais également en adoptant la stratégie opposée et en élargissant sensiblement sa portée. Elle a mis en place des instituts de recherche centrés sur les applications pratiques relatives à des disciplines scientifiques émergentes dans de nouvelles villes et a noué des alliances avec les industries et les autorités locales et provinciales. L'Institut de nanotechnologie et nanobionique de Suzhou, créé en 2008 par la CAS, la province de Jiangsu et la municipalité de Suzhou, est le fruit de ce type de collaboration. Il semblerait que certains de ces nouveaux instituts ne soient pas pleinement soutenus par les deniers publics ; pour survivre, ils doivent concurrencer les instituts existants et réaliser des activités qui n'ont rien à voir avec la mission de la CAS en tant qu'académie nationale. Si la CAS possède le nombre le plus élevé d'écoles supérieures en ce qui concerne le nombre de diplômes du troisième cycle délivrés chaque année, dont 5 000 doctorats, elle peine ces dernières années à attirer les étudiants les plus brillants. Elle a donc créé deux universités situées à Beijing et à Shanghai, qui ont accueilli plusieurs centaines d'étudiants en 2014.

La CAS : pleine de promesses mais saturée

Aujourd'hui, la CAS emploie 60 000 personnes et compte 104 instituts de recherche. Son budget est d'environ 42 milliards de yuans (environ 6,8 milliards de dollars É.-U.), dont près de la moitié provient du gouvernement. L'académie se heurte à plusieurs difficultés. Tout d'abord, elle est en concurrence directe avec d'autres institutions nationales d'enseignement pour l'obtention de financements et le recrutement des talents. Les scientifiques de la CAS, sous-rémunérés, doivent constamment solliciter des subventions pour compléter leur salaire, un phénomène répandu dans l'ensemble du secteur de l'enseignement supérieur et de la recherche et susceptible d'avoir entraîné des sous-performances. La CAS a en outre vu sa charge de travail doubler du fait du manque de collaboration entre ses propres instituts. Par ailleurs, les scientifiques de la CAS rechignent à chercher des moyens d'appliquer leurs recherches à l'économie, même si ce n'est pas là leur mission principale. Dernier point mais non des moindres, l'académie ploie sous le poids de son mandat, qui englobe la recherche, la formation de talents, le développement stratégique de la haute technologie, la commercialisation des résultats de la recherche et l'engagement local pour fournir des conseils stratégiques en sa qualité de groupe de réflexion et par le biais de ses membres les plus réputés ; il lui est ainsi extrêmement difficile de gérer et d'évaluer les instituts et les scientifiques eux-mêmes. En un mot, l'académie est immense et recèle de grandes promesses, mais est trop complexe et peine à s'arracher au poids du passé (Cyranoski, 2014a).

La réforme de gré ou de force

Ces dernières années, le gouvernement a exercé une pression intense sur la CAS pour qu'elle produise des résultats visibles. En 2013, la perte d'indépendance de l'Académie russe des sciences, qui avait succédé à l'Académie soviétique des sciences sur laquelle était calquée la CAS, à l'issue d'une réforme descendante (encadré 13.2), a constitué un avertissement glaçant : si la CAS ne se réforme pas, d'autres le feront à sa place. Cette prise de conscience a incité le président actuel de la CAS, Bai Chunli, à donner suite à l'appel de Xi Jinping invitant l'académie à devenir une « pionnière dans quatre domaines » (voir p. 628) et à proposer une réforme en profondeur fondée sur une nouvelle Initiative d'action pionnière (*shuaixian xingdong jihua*). L'objectif de cette initiative est de guider l'académie vers la frontière internationale de la science, les principales demandes nationales et le champ de bataille de l'économie domestique en répartissant les instituts en quatre catégories :

- Les centres d'excellence *(zhuoyue chuangxin zhongxin)* spécialisés en sciences fondamentales, en particulier dans les domaines où la Chine dispose d'un solide avantage ;
- Les académies de l'innovation (*chuangxin yanjiuyuan*) qui ciblent les domaines dont le potentiel commercial est sous-développé ;
- Les centres scientifiques à grande échelle (*dakexue yanjiu zhongxin*) construits autour d'installations immenses afin de promouvoir la collaboration nationale et internationale ;
- Les instituts dotés de caractéristiques spéciales (*tese yanjiusuo*), consacrés aux initiatives qui promeuvent la durabilité et le développement locaux (Cyranoski, 2014a).

La réorganisation des instituts de la CAS et de leurs scientifiques était toujours en cours en 2015. Il convient de signaler que l'initiative en soi est nombriliste car l'académie se repose encore sur les lauriers du passé et ne s'inquiète pas de savoir si cette nouvelle initiative sera également positive pour le pays dans son ensemble. Cela explique pourquoi certains s'interrogent sur la nécessité de maintenir une organisation d'une telle ampleur, dont il n'existe aucun équivalent à l'échelle internationale.

Cette initiative permet à l'académie d'envisager un avenir radieux à condition qu'elle bénéficie d'un financement public généreux, une dépendance qui n'est pas nouvelle. De nombreux objectifs

Encadré 23.4 : **Contrôle et traitement de la pollution des masses d'eau : un mégaprogramme d'ingénierie**

Ce mégaprogramme a été conçu pour surmonter les entraves technologiques au contrôle et au traitement de la pollution des masses d'eau en Chine. Il a pour principal objectif de faire des découvertes dans les technologies de base et génériques relatives au contrôle et au traitement de la pollution industrielle ponctuelle et de la pollution agricole diffuse ; au traitement et au recyclage des eaux usées urbaines, à la purification et à la restauration écologique des masses d'eau, à la salubrité de l'eau, à la surveillance de la pollution de l'eau et aux systèmes d'alerte rapide.

Le programme se concentre sur quatre fleuves (Huai, Hai, Liao et Songhua), trois lacs (Tai, Chao et Dianchi) et le barrage des Trois Gorges, le plus grand au monde. Des projets ont été réalisés dans le cadre des six principaux thèmes du mégaprogramme : surveillance et alerte rapide, eau urbaine, lacs, fleuves, eau potable et politiques.

Le Ministère de la protection de l'environnement et le Ministère du logement et du développement urbain et rural se partagent la responsabilité de ce programme, lancé le 9 février 2009 avec un budget de plus de 30 milliards de yuans. La première étape, qui s'étendait jusqu'au début de 2014, avait pour objectif de faire des découvertes liées aux technologies clés permettant de contrôler la pollution ponctuelle et de limiter les rejets d'eaux usées. La deuxième étape, actuellement en cours, cible des percées ayant trait aux technologies clés de restauration des masses d'eau. La troisième étape aura pour but l'innovation dans le domaine des technologies de contrôle exhaustif du milieu hydrique.

L'étape initiale s'est concentrée sur les technologies existantes dans les domaines suivants : traitement exhaustif des eaux usées pour les industries très polluantes, traitement complet des fleuves et des lacs fortement pollués souffrant d'eutrophisation, contrôle de la pollution diffuse, purification de l'eau, évaluation des risques environnementaux d'origine hydrique et d'alerte rapide, ainsi que des technologies clés de télésurveillance. Des projets de démonstration exhaustifs ont été menés dans le bassin du lac Tai pour y améliorer la qualité de l'eau et pour libérer les fleuves traversant les villes de l'eau de classe V, qui ne convient qu'à l'irrigation et à l'aménagement paysager. Certains projets ont également été consacrés à l'eau potable. On recense des progrès en matière de protection des ressources hydriques, de purification de l'eau, de distribution de l'eau potable, de suivi, d'alerte rapide, de traitement d'urgence et de gestion de la sécurité.

Source : http://nwpcp.mep.gov.cn.

avancés par le président Bai Chunli dans le cadre de l'Initiative d'action pionnière sont identiques à ceux que son prédécesseur, Lu Yongxiang, avait attachés à son Programme d'innovation des connaissances. Rien ne permet de garantir que ces objectifs seront atteints grâce à la réforme.

L'Initiative d'action pionnière fait basculer les institutions dans une nouvelle matrice en vue de stimuler la collaboration au sein de l'académie et, dans une démarche assez logique, de concentrer les efforts sur les questions clés en matière de recherche. Sa mise en œuvre sera cependant ardue étant donné que de nombreux instituts ne correspondent pas aux quatre catégories définies. Le fait que l'initiative ne réussisse pas à encourager la collaboration avec les scientifiques extérieurs à la CAS constitue un autre sujet de préoccupation. Le danger est d'ailleurs que l'hermétisme et l'isolement de la CAS ne s'accentuent davantage.

Le moment choisi pour mettre en œuvre la réforme n'est peut-être pas des plus heureux. La réforme de l'académie coïncide en effet avec la réforme nationale des institutions publiques (*shiye danwei*) lancée en 2011. En général, les institutions publiques d'enseignement, de recherche, de culture et de santé, qui sont au nombre de 1,26 million en Chine et emploient plus de 40 millions de personnes, se classent en deux catégories. Les instituts de la CAS de la première catégorie sont entièrement financés par des fonds publics et ne sont censés réaliser que les tâches mandatées par l'État. En revanche, ceux de la deuxième catégorie sont autorisés à compléter le financement public partiel avec les recettes d'autres activités, et d'avoir recours à la passation de marchés publics pour leurs projets de recherche, les transferts de technologies et l'entrepreneuriat. La réforme affectera ainsi le volume de financement stable des instituts et le niveau de rémunérations des scientifiques, ainsi que l'étendue et l'importance des projets réalisés. Il est également probable que certains instituts de la CAS soient privatisés, comme les instituts de R&D axés sur les applications pratiques depuis 1999. Par conséquent, la CAS sera amenée à réduire ses frais d'exploitation car l'État risque de ne pas toujours vouloir ou pouvoir financer une académie aussi onéreuse.

Repenser le financement public de la recherche

Une autre réforme majeure ébranle cette fois le mode de financement public de la recherche. Au cours de la dernière décennie, les dépenses du gouvernement central afférentes à la science et à la technologie ont augmenté : en 2013, elles étaient de 236 milliards de yuans (38,3 milliards de dollars É.-U.), soit 11,6 % des dépenses publiques directes, dont 167 milliards de yuans (27 milliards de dollars É.-U.) correspondaient aux dépenses de R&D du Bureau national des statistiques (2014). Au fil des ans, l'accumulation de nouveaux programmes scientifiques et technologiques, en particulier les mégaprogrammes d'ingénierie lancés dans le cadre de la mise en œuvre en 2006 du *Plan à moyen et long terme*, a entraîné la décentralisation et la fragmentation du financement et, ce faisant, de nombreux doubles emplois et une utilisation inefficace des fonds. Par exemple, avant le lancement de la nouvelle réforme, environ 30 organismes géraient le financement public concurrentiel de la R&D à l'aide de quelque 100 programmes. De surcroît, la corruption généralisée et le détournement des incitations

Encadré 23.5 : **Grandes centrales nucléaires modernes : un mégaprogramme d'ingénierie**

En 2015, la Chine comptait 23 réacteurs nucléaires opérationnels et 26 autres étaient en cours de construction. Le plus vaste programme nucléaire du pays comprend trois composantes : les réacteurs de pointe à eau pressurisée, les réacteurs à haute température spéciaux et le retraitement de combustible usé. Le gouvernement devrait investir 11,9 milliards et 3 milliards de yuans dans les deux sous-programmes ayant trait aux réacteurs nucléaires.

Le premier est mis en œuvre par la Société nationale des technologies nucléaires (SNPTC). Il vise à assimiler et à maîtriser la technologie nucléaire de troisième génération importée, qui étaiera ensuite le développement des technologies nécessaires à la construction de grands réacteurs modernes à eau pressurisée plus puissants et à la création de droits de propriété intellectuelle nationaux.

Ce programme se déroule en trois étapes. Dans un premier temps, la Westinghouse Electric Company, désormais sous l'emprise du géant japonais de l'électronique et de l'ingénierie Toshiba, aide la SNPTC à construire quatre unités de pointe à système de sûreté passive, d'une puissance installée d'environ 1 000 MW chacune (réacteur AP 1 000) ; cette initiative permet à la SNPTC de se familiariser avec la conception de base des technologies nucléaires de troisième génération. Dans un deuxième temps, toujours avec l'aide de la société Westinghouse, la SNPTC acquerra une capacité de conception normalisée de l'AP 1 000 et une capacité de construction du même modèle dans les zones côtières et à l'intérieur des terres. Dans un troisième temps, la SNPTC devrait être capable de concevoir des réacteurs nucléaires de troisième génération dotés de systèmes de sûreté passive et d'une puissance de 1 400 MW (réacteur chinois CAP 1 400) et devrait être en mesure de construire une unité de démonstration du CAP 1 400 et de réaliser des recherches préliminaires sur le CAP 1 700.

Le programme a été lancé le 15 février 2008. La construction des unités de l'AP 1 000 a débuté en 2009 à Sanmen, dans la province de Zhejiang, et à Haiyang, dans la province de Shandong. Elle a cependant été interrompue suite à la catastrophe nucléaire ayant suivi le tremblement de terre au Japon en mars 2011 (voir chapitre 24). Quatre unités de l'AP 1 000 devraient être opérationnelles fin 2016, les travaux ayant repris en octobre 2012.

La SNPTC a assuré la coordination entre les fabricants d'équipement nucléaire, les universités et les instituts de recherche nationaux, qui s'appliquent actuellement à assimiler les technologies de conception et de fabrication de l'équipement importé et à acquérir l'équipement nécessaire à la fabrication de l'AP 1 000. Plusieurs équipements essentiels ont déjà été transportés sur les sites de Sanmen et de Haiyang. En 2014, le premier réservoir à pression du réacteur pour la deuxième unité de l'AP 1 000 à Sanmen a entièrement été fabriqué en Chine.

En décembre 2009, la SNPTC et China Huaneng Group ont formé une coentreprise afin de lancer le projet de démonstration du CAP 1 400 à Shidaowan, dans la province de Shandong. La conception a été validée par le test d'évaluation nationale fin 2010 et un modèle de conception préliminaire a été achevé en 2011. En janvier 2014, l'Administration nationale de l'énergie a soumis l'examen du projet à des experts et, en septembre, l'Administration nationale de la sûreté nucléaire a approuvé l'analyse de la sûreté de conception à l'issue d'une procédure de 17 mois. L'équipement essentiel à la confection du CAP 1 400 est actuellement en cours de fabrication et le projet de démonstration y afférent, qui devrait bientôt commencer, est censé s'approprier 80 % de l'équipement nécessaire à l'îlot nucléaire. Les tests de sécurité sur les composantes clés utilisées dans l'unité du CAP 1 400 ont été réalisés. Les unités de démonstration et les unités normalisées du projet de démonstration du CAP 1 400 devraient être opérationnelles respectivement d'ici 2018 et 2019.

Par ailleurs, un projet de démonstration du réacteur à haute température HTR-20 est également en cours de réalisation. Il développera le premier réacteur de démonstration de quatrième génération au monde, inspiré du prototype de réacteur à lit de boulets HTR-10 de 100 MW mis au point par l'Université de Tsinghua.

Cette technologie nucléaire de quatrième génération, développée dans le cadre d'un projet lancé en 1995 et pleinement opérationnel depuis janvier 2003, est basée sur le modèle de réacteur à haute température allemand MODUL. Le HTR-10 est considéré comme étant le réacteur nucléaire le plus sûr, le plus efficace et potentiellement le plus économique au monde. À haute température, il génère de l'hydrogène en tant que sous-produit, et donc un combustible non polluant et bon marché pour alimenter les véhicules sur piles à combustible.

Huaneng, la Société de construction nucléaire chinoise et l'Université de Tsinghua ont formé une coentreprise pour développer la technologie expérimentale d'ingénierie et de conception du HTR et mettre au point des techniques de préparation des lots de piles à combustible très performantes. Ajourné suite à la catastrophe nucléaire de Fukushima en mars 2011, le projet a finalement été lancé fin 2012. En 2017, lorsqu'il sera opérationnel, le projet de Shidaowan aura ses deux premières unités de 250 MW, qui alimenteront une turbine à vapeur générant 200 MW.

La troisième composante de ce mégaprogramme d'ingénierie concerne la construction d'un vaste projet de démonstration du retraitement du combustible usé à des fins commerciales pour mettre en place un cycle complet de traitement du combustible.

Source : www.nmp.gov.cn.

affaiblissaient le dynamisme de la recherche en Chine (Cyranoski, 2014b). Un changement semblait inévitable.

Une nouvelle fois, la réforme résulte de la pression exercée par le pouvoir politique. À l'origine, les mesures proposées par le Ministère de la science et de la technologie et le Ministère des finances n'ont entraîné que des ajustements minimes du système existant. Elles prévoyaient le maintien et l'interconnexion de l'ensemble des grands programmes, ainsi que l'intégration des plus petits, de nouvelles procédures d'appui à la recherche, ainsi que d'autres dispositions visant à éviter les doublons et à renforcer la coordination interministérielle. Le Groupe central dirigeant chargé de l'économie et des finances a rejeté plusieurs ébauches de réforme. Ce n'est qu'après sa contribution fondamentale à la formulation de la réforme que celle-ci a été approuvée par le Groupe central dirigeant chargé de l'approfondissement complet des réformes, le bureau politique du Comité central du PCC et le Conseil d'État. La réforme réorganise les programmes nationaux de R&D en cinq catégories :

- La recherche fondamentale par l'intermédiaire de la Fondation nationale des sciences naturelles, qui octroie actuellement de nombreuses subventions modestes par voie de concours ;
- Les principaux programmes scientifiques et technologiques nationaux, qui correspondent vraisemblablement aux mégaprogrammes scientifiques et d'ingénierie définis dans le *Plan à moyen et long terme* à l'horizon 2020 ;
- Les principaux programmes nationaux de développement et de recherche, qui succèdent sans doute à deux programmes d'État, l'un consacré à la R&D en matière de hautes technologies, également dénommé Programme 863, et l'autre au développement et à la recherche fondamentale, ou Programme 973[5] ;
- Un fonds spécial pour soutenir l'innovation technologique ;
- Des programmes spéciaux visant à développer les infrastructures et les ressources humaines (Cyranoski, 2014b).

Ces cinq catégories absorbent environ 100 milliards de yuans (16,36 milliards de dollars É.-U.), soit 60 % du financement public central de la recherche en 2013, qui seront gérés par des organisations professionnelles spécialisées dans la gestion de la recherche d'ici 2017. Le Ministère de la science et de la technologie, qui a financé la R&D à hauteur de 22 milliards de yuans (3,6 milliards de dollars É.-U.) en 2013, cèdera progressivement son rôle de gestionnaire du financement des programmes relevant de sa compétence, en particulier les programmes 863 et 973 (figure 23.8). D'autres ministères chargés d'un portefeuille scientifique et technologique renonceront également à leurs prérogatives en matière de répartition du financement de la recherche publique. Le Ministère de la science et de la technologie sortira ainsi intact de la réforme et ne sera pas dissous comme cela était envisagé depuis un certain temps, et aura pour responsabilité de formuler des politiques et de surveiller l'utilisation des fonds. Parallèlement à la réforme, le ministère est en pleine restructuration pour réorganiser les départements pertinents. Il a ainsi fusionné le Bureau du développement et de la planification et le Bureau du financement et des conditions de la recherche scientifique pour créer le Bureau de la gestion et de l'affectation des ressources et renforcer le suivi opérationnel du futur mécanisme de conférence interministériel. Les responsables de bureau ont également été redistribués au sein du ministère.

Le mécanisme de conférence interministérielle est dirigé par le Ministère de la science et de la technologie avec l'appui, entre autres, du Ministère des finances et de la Commission nationale de développement et de réforme (NDRC). La conférence interministérielle est responsable de la planification et de l'examen des stratégies relatives au développement scientifique et technologique, de la définition des missions et des lignes directrices des programmes nationaux en la matière, et de la supervision des organisations professionnelles chargées de la gestion de la recherche qui seront créées pour examiner et approuver le financement des programmes scientifiques et technologiques. Elle bénéficiera du soutien d'un comité chargé de fournir des conseils stratégiques et de réaliser des examens exhaustifs, qui sera créé par le Ministère de la science et de la technologie et qui comprendra des experts de premier plan issus de la communauté scientifique et industrielle et de différents secteurs économiques.

Au niveau opérationnel, des organisations chargées de la gestion de la recherche professionnelle seront mises en place. Elles assureront la présentation, l'estimation, la gestion et l'évaluation de projets à l'aide d'une « plateforme unifiée » ou d'un système national de gestion des informations scientifiques et technologiques. Le Ministère de la science et de la technologie et le Ministère des finances examineront et superviseront l'évaluation des performances du financement des programmes scientifiques et technologiques nationaux, et évalueront les performances du comité consultatif chargé de l'examen exhaustif et des organisations professionnelles responsables de la gestion de la recherche. Les procédures propres aux programmes et aux projets seront ajustées en fonction des processus dynamiques de suivi et d'évaluation. La « plateforme unifiée » recueillera et distribuera en outre des informations sur les programmes scientifiques et technologiques nationaux, dont les budgets, les effectifs, les progrès, les résultats, les estimations et les évaluations, rendant ainsi public l'ensemble du processus.

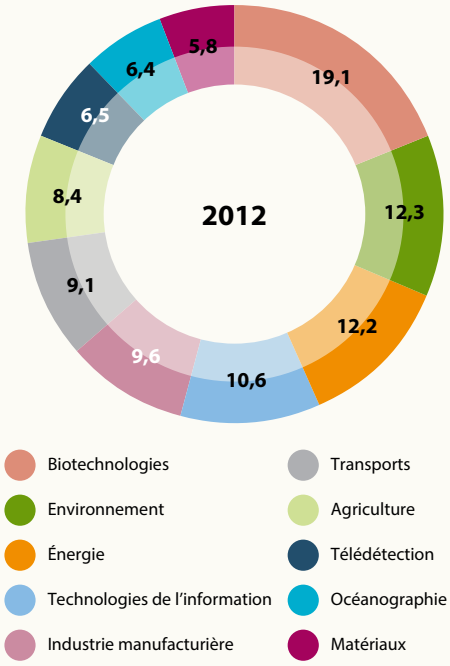
À l'heure actuelle, on ne connaît pas encore quelles seront les modalités de création et de fonctionnement des organisations professionnelles chargées de la gestion de la recherche. Une option envisagée consiste à transformer les organisations existantes qui réalisent des fonctions semblables, y compris celles placées sous la tutelle du Ministère de la science et de la technologie et d'autres ministères. Il s'agira alors de déterminer comment éviter de « faire du neuf avec du vieux » sans changer en profondeur le mode de financement public des programmes nationaux scientifiques et technologiques. L'idée des organisations professionnelles de gestion de la recherche est inspirée du modèle britannique ; au Royaume-Uni, les fonds publics destinés à la recherche sont répartis entre

5. De plus amples détails sur ces programmes sont disponibles dans le *Rapport de l'UNESCO sur la science 2010*.

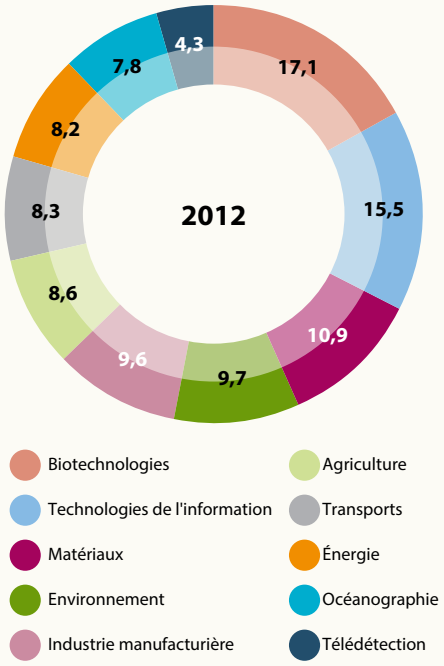
Figure 23.8 : **Priorités des programmes nationaux de recherche chinois, 2012**

PRIORITÉS DU PROGRAMME NATIONAL CHINOIS POUR LA R&D EN MATIÈRE DE HAUTE TECHNOLOGIE (PROGRAMME 863)

Répartition des nouveaux projets par domaine (%)

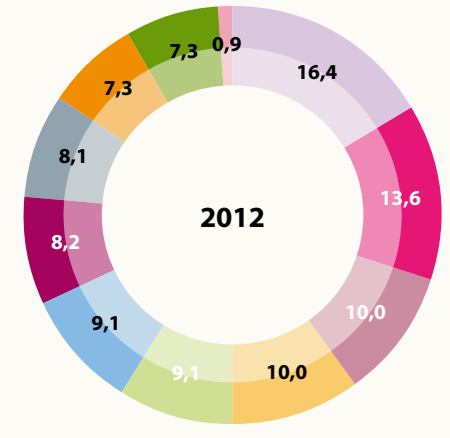


Répartition du budget pour les nouveaux projets par domaine (%)

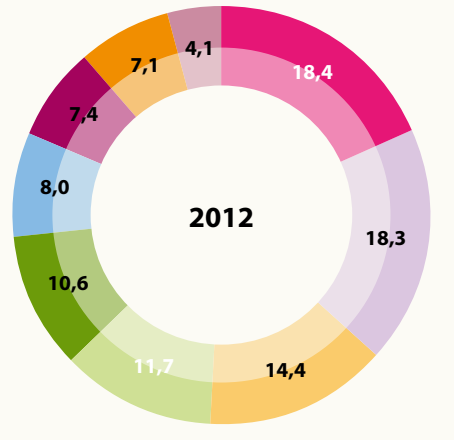


PRIORITÉS DU PROGRAMME NATIONAL CHINOIS POUR LA R&D FONDAMENTALE (PROGRAMME 973)

Répartition des nouveaux projets par domaine (%)



Répartition du budget par domaine (%)



Source : Bureau de la planification du Ministère des sciences et des technologies (2013) *Annual Report of the National Programmes of Science and Technology Development.*

sept conseils de la recherche : arts et sciences humaines, biotechnologie et biologie, ingénierie et physique, sciences sociales et économiques, sciences médicales, environnement naturel et science et technologie. La question est désormais de savoir comment intégrer les programmes existants aux différents ministères conformément à la logique de la recherche scientifique sans les assigner de manière arbitraire aux organisations professionnelles de gestion de la recherche. Par ailleurs, il n'est pas improbable que certains ministères rechignent à abandonner leurs prérogatives en matière de contrôle du financement.

Un plan d'action pour la protection de l'environnement

La Chine, l'Inde et d'autres économies émergentes invoquent depuis longtemps le principe de « responsabilités communes mais différenciées » pour lutter contre le changement climatique. Cependant, en tant que premier émetteur mondial de gaz à effet de serre (GES), la Chine est la plus susceptible de souffrir des effets néfastes du changement climatique, en particulier au niveau de l'agriculture, des forêts, des écosystèmes naturels, des ressources hydriques (encadré 23.4) et des zones côtières. L'irréversibilité du changement climatique, les émissions de GES et l'augmentation des températures peuvent entraîner des dégâts environnementaux et freiner, d'une part, l'essor de la Chine en tant que grande puissance mondiale et, d'autre part, son ascension vers la modernité. De fait, le pays fait face au défi qui consiste à trouver un équilibre entre ses multiples objectifs de développement (industrialisation, urbanisation, emploi, exportations et développement durable) tout en doublant son PIB d'ici 2020. La réduction des émissions de GES et l'assainissement de l'environnement sont susceptibles d'être approuvés par la classe moyenne émergente, ce qui l'incitera à soutenir le pouvoir politique, un appui dont ce dernier aura besoin pour maintenir la légitimité du Parti communiste chinois et surmonter d'autres problèmes à l'échelle nationale.

Ces préoccupations ont amené le gouvernement à élaborer des politiques relatives à la conservation de l'énergie et à la réduction des émissions de GES. En 2007, la NDRC a rendu public le Programme national de lutte contre le changement climatique, qui prévoit de baisser de 20 % par rapport au niveau de 2005 la consommation énergétique par unité de PIB d'ici 2020 afin de diminuer les émissions de dioxyde de carbone (CO_2) de la Chine. Deux ans plus tard, les autorités ont franchi un nouveau pas en fixant l'objectif de réduire de 40 à 45 % par rapport au niveau de 2005 les émissions de CO_2 par unité de PIB d'ici 2020. La réduction de la consommation énergétique est devenue un objectif contraignant dans le cadre du *Onzième plan quinquennal* (2006-2010). Le *Douzième plan quinquennal* (2011-2015) prévoit de baisser de 16 % la consommation énergétique par unité de PIB et de 17 % les émissions de CO_2 d'ici 2015. La Chine n'a cependant pas atteint l'objectif énergétique qu'elle s'était fixé dans le *Onzième plan quinquennal* ; de même, pendant les trois premières années de mise en œuvre du *Douzième plan quinquennal*, le calendrier de réalisation des objectifs n'a pas été respecté en dépit de la très forte pression exercée par le pouvoir central sur les fonctionnaires locaux.

Le 19 septembre 2014, le Conseil d'État chinois a présenté son *Plan d'action stratégique pour le développement énergétique (2014-2020)* qui vise une production et une consommation énergétiques innovantes, écologiques, autonomes et efficaces. Outre une consommation annuelle d'énergie primaire plafonnant à 4,8 milliards de tonnes d'équivalent charbon jusqu'en 2020, le plan comprend un grand nombre d'objectifs liés à l'établissement d'une structure énergétique moderne, dont :

- Réduire de 40 à 50 % les émissions de CO_2 par unité de PIB par rapport au niveau de 2005 ;
- Augmenter de 9,8 % (2013) à 15 % la part des combustibles non fossiles dans le bouquet énergétique primaire ;
- Plafonner à environ 4,2 milliards de tonnes la consommation annuelle de charbon ;
- Diminuer de 66 % (2015) à moins de 62 % la part du charbon dans le bouquet énergétique national ;
- Porter à plus de 10 % la part du gaz naturel ;
- Produire 30 milliards de m^3 de gaz de schiste et de méthane de houille ;
- Se doter d'une puissance nucléaire installée de 58 gigawatts (GW) et construire des installations d'une capacité de plus de 30 GW ;
- Augmenter la capacité d'énergie hydraulique, éolienne et solaire à, respectivement, 350 GW, 200 GW et 100 GW ;
- Promouvoir une autonomie énergétique d'environ 85 %.

La Chine a utilisé 3,6 milliards de tonnes de charbon en 2013 et compte limiter sa consommation à approximativement 4,2 milliards de tonnes d'ici 2020, soit une augmentation d'environ seulement 17 %. En vertu du plafond fixé, la consommation annuelle de charbon ne peut augmenter que de 3,5 % ou moins entre 2013 et 2020. Pour compenser la baisse de la consommation de charbon, la Chine compte augmenter sa production d'énergie nucléaire en construisant de nouvelles centrales (encadré 23.5), et développer les énergies hydraulique, éolienne et solaire (Tiezzi, 2014).

La volonté de diversification du bouquet énergétique peut s'expliquer de différentes façons. Outre les aspects liés à l'environnement, la Chine souhaite réduire sa dépendance à l'égard des fournisseurs d'énergie étrangers. À l'heure actuelle, elle importe près de 60 % de son pétrole et plus de 30 % de son gaz naturel. Si la production nationale doit assurer 85 % de la consommation totale d'énergie d'ici 2020, le pays aura besoin d'accroître sa production de gaz naturel, de gaz de schiste et de méthane de houille. Le nouveau plan d'action énergétique mise sur le forage en eaux profondes, ainsi que sur le développement de l'extraction sous-marine de pétrole et de gaz, de manière indépendante et en collaboration avec d'autres pays (Tiezzi, 2014).

Une semaine avant l'annonce du nouveau plan d'action énergétique, le Président Xi Jinping a conclu un accord de lutte

contre le changement climatique avec le Président des États-Unis, Barack Obama, en vertu duquel la Chine s'engage à élever à 20 % la part des sources d'énergie non fossiles dans son bouquet énergétique d'ici 2030. Elle a également accepté de réduire puis d'empêcher l'augmentation de ses émissions de GES d'ici 2030 ; pour leur part, les États-Unis ont promis de baisser de 28 % par rapport au niveau de 2005 leurs émissions de GES d'ici 2025. Les deux présidents ont convenu de coopérer dans les domaines de l'énergie propre et de la protection de l'environnement. Si la Chine et les États-Unis s'étaient mutuellement accusés d'être responsables de l'échec du Sommet de Copenhague sur le changement climatique (2009) et d'avoir empêché la conclusion d'un accord sur les objectifs de réduction des émissions, l'espoir est désormais de mise et il est possible que les négociations débouchent sur un accord à l'occasion de la Conférence sur le climat qui se tiendra à Paris fin 2015.

Autre événement positif, le Comité permanent du Congrès national du peuple, l'organe législatif chinois, a approuvé le 24 avril 2014 un *Amendement à la loi sur la protection de l'environnement*, qui marque l'aboutissement de la procédure de révision de ladite loi, qui a duré trois ans. La nouvelle législation, entrée en vigueur le 1er janvier 2015, prévoit l'alignement du développement socioéconomique sur la protection de l'environnement et, pour la première fois, définit clairement les normes de construction d'une civilisation écologique. Considérée comme la loi de protection de l'environnement la plus stricte de l'histoire du pays, elle prévoit un durcissement des sanctions en cas d'infraction et comprend des articles et des dispositions spécifiques à la réduction de la pollution, la sensibilisation de l'opinion publique et la protection des lanceurs d'alerte. Elle accroît également la responsabilité et la redevabilité des autorités et des forces de l'ordre locales en matière de protection de l'environnement, élève les normes y afférentes applicables aux entreprises et prévoit, entre autres, des sanctions plus dures pour les infractions liées à la manipulation et la falsification de données, au déversement illicite de substances polluantes, au fonctionnement irrégulier des installations de contrôle et de prévention de la pollution et à la non-soumission aux mesures de contrôle (Zhang et Cao, 2015).

CONCLUSION

La réalisation du « rêve chinois » nécessitera des concessions

Le nouveau pouvoir politique a placé la STI au cœur de la réforme du système économique, l'innovation pouvant contribuer non seulement à restructurer et à transformer l'économie mais également à résoudre d'autres problèmes, allant du développement inclusif, harmonieux et respectueux de l'environnement au vieillissement de la société et au « piège du revenu intermédiaire ». Les prochaines années sont essentielles pour l'intensification de la réforme, y compris celle du système scientifique et technologique, à l'horizon 2020. Comme nous l'avons indiqué, de nouvelles initiatives ont été lancées pour réformer l'Académie chinoise des sciences et les programmes nationaux scientifiques et technologiques financés par le pouvoir central et ainsi accroître les chances de la Chine de devenir un pays moderne et axé sur l'innovation d'ici 2020.

Si la réforme est nécessaire, il est encore trop tôt pour savoir si elle mènera Beijing dans la bonne direction et, le cas échéant, si elle l'aidera à réaliser rapidement son ambition de devenir une référence en matière d'innovation. Les sujets de préoccupation concernent en particulier la mesure dans laquelle la réforme reflète une « conception de haut niveau » au détriment des consultations auprès des parties prenantes et de l'opinion publique, ainsi que l'intégration des initiatives ascendantes qui se sont avérées essentielles pour la formulation et la mise en œuvre de la politique scientifique et technologique dans le cadre de la réforme précédente et de la politique d'ouverture. Il est également nécessaire d'évaluer soigneusement la validité du concept de « système national unique » dans le cadre de la mondialisation ; il a étayé le développement économique et technologique de la Chine pendant la réforme et la politique d'ouverture et lui a en outre apporté d'importants avantages.

Comme nous l'avons indiqué, le niveau de dépendance des entreprises chinoises à l'égard des technologies de base étrangères soulève quelques inquiétudes. Pour y remédier, le pouvoir politique actuel a chargé un groupe d'experts placé sous la tutelle du Vice-Premier Ministre Ma Kai d'identifier les « leaders » industriels capables de nouer des partenariats stratégiques avec des multinationales étrangères. C'est ainsi qu'en septembre 2014, Intel a acheté 20 % des parts de Tsinghua Unigroup, une entreprise publique dépendant de l'une des universités les plus prestigieuses du pays. Au moment de la rédaction du présent rapport (juillet 2015), le *Wall Street Journal* venait de révéler que Tsinghua Unigroup avait présenté une offre de rachat du fabricant américain de semi-conducteurs Micron pour 20,8 milliards d'euros. Si cette offre aboutit, elle représentera le plus important rachat d'une société étrangère par une entreprise chinoise depuis 2012, lorsque la compagnie nationale China National Offshore Oil Corporation a fait l'acquisition de la société pétrolière et gazière canadienne Nexen Inc. pour 15 milliards de dollars des États-Unis.

Le transfert de connaissances est clairement intégré dans les investissements directs étrangers en Chine et les efforts des rapatriés, qui jouent désormais un rôle crucial dans la technologie et l'innovation nationales. Si le pouvoir politique est toujours favorable à la mondialisation, les cas récents de corruption et de mesures antimonopoles ciblant des multinationales installées en Chine, les restrictions de l'accès aux informations et la rhétorique antioccidentale en vogue risquent d'entraîner un exode des capitaux et des talents.

La bonne santé du système scientifique et technologique chinois et, de fait, de l'économie dans son ensemble, peuvent souffrir de l'instabilité nationale et des chocs externes imprévus. À compter de 1978 et pendant plus de trente ans, la réforme et la politique d'ouverture ont fourni aux scientifiques et aux ingénieurs un environnement de travail propice et fondamentalement stable qui favorisait la satisfaction et l'avancement professionnels. La science et la technologie chinoises ont progressé à grands pas dans un contexte moins politisé, interventionniste et perturbé qu'aujourd'hui. La communauté scientifique chinoise est consciente que son environnement professionnel doit stimuler la créativité et le brassage d'idées afin d'être en mesure de contribuer efficacement à la réalisation du « rêve chinois » caressé par le pouvoir politique.

OBJECTIFS PRINCIPAUX DE LA CHINE

- Atteindre un ratio DIRD/PIB de 2,50 % d'ici 2020 ;
- Augmenter à plus de 60 % la contribution des progrès technologiques à la croissance économique d'ici 2020 ;
- Réduire à un maximum de 30 % la dépendance de la Chine à l'égard des importations de technologies d'ici 2020 ;
- Devenir, d'ici 2020, l'un des cinq premiers pays au monde en nombre de brevets d'invention délivrés à ses citoyens et faire en sorte que les articles scientifiques rédigés par des Chinois figurent parmi les plus cités au monde ;
- Réduire de 40 à 50 % les émissions de CO_2 (par unité de PIB) par rapport au niveau de 2005 d'ici 2020 ;
- Accroître de 9,8 % (2013) à 15 % (2020) la part des combustibles non fossiles dans le bouquet énergétique primaire ;
- Limiter la consommation annuelle de charbon à environ 4,2 milliards de tonnes d'ici 2020 (3,6 milliards de tonnes en 2013) et réduire de 66 % (2015) à moins de 62 % la part du charbon dans le bouquet énergétique national d'ici 2020 ;
- Augmenter à plus de 10 % la part du gaz naturel d'ici 2020 ;
- Produire 30 milliards de m^3 de gaz de schiste et de méthane de houille d'ici 2020 ;
- Se doter d'une puissance nucléaire installée de 58 GW et construire des installations d'une capacité de plus de 30 GW d'ici 2020 ;
- Accroître la capacité des énergies hydraulique, éolienne et solaire à, respectivement, 350 GW, 200 GW et 100 GW d'ici 2020 ;
- Porter à environ 85 % l'autonomie énergétique.

RÉFÉRENCES

Bureau national de la statistique (2014) *China Statistical Yearbook 2014.* China Statistics Press. Main Items of Public Expenditure of Central and Local Governments.

Cao, C., Li, N., Li, X. et Liu, L. (2013) Reforming China's S&T system. *Science*, n° 341 : p. 460-462.

Cao, C., Suttmeier, R. P. et Simon, D. F. (2006) China's 15-year science and technology Plan. *Physics Today*, 59 (12) : p. 38-43.

Cyranoski, D. (2014a) Chinese science gets mass transformation. *Nature*, n° 513 : p. 468-469.

Cyranoski, D. (2014b) Fundamental overhaul of China's competitive funding, *Nature,* 24 octobre. Voir http://blogs.nature.com

Ghafele, R. et Gibert, B. (2012) *Promoting Intellectual Property Monetization in Developing Countries: a Review of Issues and Strategies to Support Knowledge-Driven Growth*. Document de travail de recherche sur les politiques no 6143. Département sur les politiques économiques et la dette, Réseau pour la lutte contre la pauvreté et pour la gestion économique, Banque mondiale.

Gough, N. (2015) Default signals growing maturity of China's corporate bond market. *New York Times*, 7 mars.

Liu, F.-C., Simon, D. F., Sun, Y.-T. et Cao, C. (2011) China's innovation policies: evolution, institutional structure and trajectory. *Research Policy,* 40 (7) : p. 917-931.

Lozano, R. *et al.* (2012) Global and regional mortality from 235 causes of death for 20 age groups in 1990 and 2010: a systematic analysis for the global burden of disease study 2010. *The Lancet,* n° 380 : p. 2095-2128.

OCDE (2014) *Science, technologie et industrie : Perspectives de l'OCDE 2014*. Novembre. Organisation de coopération et de développement économiques : Paris.

Simon, D. F. (2010) China's new S&T reforms and their implications for innovative performance . Audition devant la Commission États-Unis/Chine pour l'examen des questions économiques et sécuritaires, 10 mai 2010 : Washington, D.C. Voir www.uscc.gov/sites/default/files/5.10.12Simon.pdf.

Suttmeier, R. P. (2007) Engineers rule, OK?. New Scientist, 10 novembre, p. 71-73.

Suttmeier, R. P., Cao, C. et Simon, D. F. (2006a) *'Knowledge innovation' and the Chinese Academy of Sciences*. Science, n° 312, 7 avril : p. 58-59.

Suttmeier, R. P., Cao, C. et Simon, D. F. (2006b) China's innovation challenge and the remaking of the Chinese Academy of Sciences. *Innovations: Technology, Governance, Globalization,* 1 (3) : p. 78-97.

Tiezzi, S. (2014) In new plan, China Eyes 2020 energy cap. *The Diplomat*. Voir http://thediplomat.com.

UNESCO (2012) All for one and one for all: genetic solidarity in the making. *A World of Science*, 10 (4). Octobre.

Van Noorden, R. (2014) China tops Europe in R&D intensity?. *Nature*, no 505, 14 janvier : p. 144-145.

Yoon, J. (2007) The technocratic trend and its implication in China. Document présenté lors d'une conférence des étudiants diplômés sur le thème de la science et la technologie dans la société, 31 mars–1 avril, Washington. D.C.

Zhang, B. et Cao, C. (2015) Four gaps in China's new environmental law. *Nature*, nº 517 : p. 433-434.

Cong Cao, né en 1959 en Chine, est professeur et directeur du Centre d'études sur la Chine contemporaine, sur le campus chinois de l'Université de Nottingham à Ningbo. Il a travaillé comme professeur associé et maître de conférences au sein de l'antenne britannique de ce même Centre jusqu'en septembre 2015. Il a également enseigné à l'Université de l'Oregon et à l'Université d'État de New York (États-Unis) ainsi qu'à l'Université nationale de Singapour. Le Professeur Cao est titulaire d'un doctorat en sociologie de l'Université Columbia (États-Unis).

REMERCIEMENTS

L'auteur souhaite remercier M. Richard P. Suttmeier pour ses observations lors de la rédaction du présent chapitre, ainsi que M. Yutao Sun pour ses précisions concernant certaines données statistiques.

Le Japon devrait adopter des politiques visionnaires (...) et mener les réformes qui lui permettront de s'adapter à l'évolution du contexte international.

Yasushi Sato et **Tateo Arimoto**



ASIMO est le fruit de vingt années de recherche en robotique humanoïde menée par les ingénieurs de Honda. Il peut courir, se déplacer sur des pentes et des surfaces inégales, tourner en douceur, monter des escaliers et saisir des objets (photo prise en 2007). Il comprend également des commandes vocales simples et sait y réagir. Il est capable de reconnaître le visage des membres d'un petit groupe. Ses caméras oculaires lui permettent de cartographier son environnement et de reconnaître des objets stationnaires. Il évite aussi les obstacles mobiles lors de ses déplacements dans son environnement.
Photo : © http://asimo.honda.com

24. Japon

Yasushi Sato et Tateo Arimoto

INTRODUCTION

Deux tournants dans la vie politique japonaise

Le Japon a connu deux tournants politiques au cours des 10 dernières années. Le premier a eu lieu en août 2009 avec la défaite électorale du Parti libéral-démocrate, qui dominait la politique japonaise depuis plus d'un demi-siècle. Les électeurs japonais ont sanctionné son incapacité à sortir le pays de 20 années de déclin économique en plaçant leurs espoirs dans le Parti démocrate du Japon. Aucun des trois Premiers Ministres qui se sont succédé rapidement n'est parvenu à relancer l'économie. Vingt-et-un mois après le tsunami provoqué par un puissant séisme dans l'Est du Japon et la catastrophe nucléaire de Fukushima de mars 2011, les électeurs déçus ont rappelé le Parti libéral-démocrate lors de l'élection de décembre 2012.

Le nouveau Premier Ministre, Shinzo Abe, a mis en place un ensemble de politiques fiscales et économiques extrêmement volontaristes surnommées « Abenomics » (abenomie, vision économique du Premier Ministre Abe). Après l'annonce officielle de l'entrée en récession du Japon suite à une hausse des taxes à la consommation, le Premier Ministre a organisé une consultation électorale éclair en décembre 2014 sur l'arrêt ou la poursuite de son approche économique. Son parti a remporté une victoire écrasante.

Défis à long terme : vieillissement de la population et stagnation économique

Si la vision économique du Premier Ministre Abe a aidé le Japon à sortir de la récession après la crise financière mondiale de 2008, les problèmes sous-jacents du pays demeurent. Après le pic démographique de 2008, la natalité a commencé à décliner. La part croissante des seniors dans la population nationale a fait du Japon la société la plus âgée au monde en dépit d'une hausse des naissances (certes faible) entre 2005 et 2013 (1,26 à 1,43 enfant par femme). La conjugaison du ralentissement économique et du vieillissement de la population a mobilisé une proportion de plus en plus importante des dépenses publiques, notamment pour la sécurité sociale. La part de la dette publique totale cumulée dans le PIB dépassait 200 % en 2011 et n'a cessé de croître depuis cette date (tableau 24.1). Pour contribuer au service de cette dette, le gouvernement a haussé la taxe à la consommation (de 5 à 8 % en avril 2014). Le cabinet du Premier Ministre Abe a ensuite décidé de repousse à avril 2017 une nouvelle hausse de cette taxe à 10 % en raison des mauvaises performances économiques du Japon

La situation budgétaire actuelle est clairement intenable. Si les dépenses publiques consacrées à la sécurité sociale ont augmenté régulièrement entre 2008 et 2013 à raison de 6,0 % en moyenne, le montant total des recettes nationales n'a quant à lui quasiment pas progressé. En mai 2014, le Fonds monétaire international (FMI) a recommandé au Japon de passer sa taxe à la consommation à au moins 15 %. Ce chiffre demeure très inférieur à celui en vigueur dans la plupart des pays européens, mais il serait très difficile d'appliquer cette recommandation au Japon sans provoquer un raz-de-marée électoral, notamment chez les seniors, contre tout parti à l'origine d'une telle décision. Mais les Japonais s'opposeraient aussi à une quelconque diminution du niveau actuel des services publics, caractérisés par des soins médicaux rentables, ouverts et accessibles à tous, une éducation publique équitable et fiable et des systèmes de maintien de l'ordre et judiciaires de confiance. Les hommes politiques n'ont donc pas disposé d'une marge de manœuvre suffisante pour endiguer le rapide creusement de l'écart entre recettes et dépenses.

Face à une pression budgétaire aussi forte, le gouvernement s'est efforcé de rationaliser les dépenses publiques. Le budget de la défense est demeuré à peu près constant entre 2008 et 2013, mais a fait l'objet par la suite d'une augmentation modérée liée à l'évolution de la situation géopolitique en Asie. Après la coupe franche décidée par l'administration du Parti démocrate du Japon, les dépenses consacrées aux travaux publics ont à nouveau augmenté à la suite du séisme de 2011, notamment sous l'administration du Premier Ministre Abe. Le budget de l'éducation s'est réduit comme une peau de chagrin entre 2008 et 2013, à la notable exception de la politique phare du Parti démocrate du Japon : la gratuité de l'enseignement secondaire, mise en place en 2010. Après une progression constante pendant plusieurs années, le budget consacré à la promotion de la science et de la technologie (S&T) a fait marche arrière. Le gouvernement considère toujours la science et la technologie comme un facteur essentiel d'innovation et de croissance économique, mais la conjugaison de recettes limitées et de dépenses de sécurité sociale en hausse laisse mal augurer de l'avenir de l'aide publique à la S&T au Japon.

Tableau 24.1 : **Indicateurs socioéconomiques du Japon, 2008 et 2013**

Année	Croissance du PIB, volume (%)	Population (millions d'habitants)	Part de la population âgée de 65 ans et plus (%)	Dette publique en part du PIB (%)*
2008	-1,0	127,3	21,6	171,1
2013	1,5	127,1	25,1	224,2

* Passif financier brut général de l'État.

Source : OCDE, 2014, *Perspectives économiques de l'OCDE, vol. 2, n° 96 ;* Base de données du FMI sur les perspectives économiques, octobre 2014 ; pour les données démographiques : Département des affaires économiques et sociales des Nations Unies.

L'investissement du secteur privé dans la recherche et développement (R&D) a lui aussi chuté depuis la crise financière mondiale de 2008, au même titre que l'investissement en capital. Au lieu d'investir leurs ressources, les entreprises ont conservé leurs bénéfices afin de constituer une réserve interne qui représente aujourd'hui environ 70 % du PIB national. Le sentiment de devoir se préparer à des bouleversements socioéconomiques que rien ne laisse pourtant présager est à l'origine de cette décision. En 2012, une baisse de 4,5 % de l'impôt sur les sociétés, conforme à des tendances mondiales similaires, a facilité la constitution de la réserve interne des entreprises japonaises, aux dépens toutefois des salaires de leur personnel. En réalité, afin de conserver leur compétitivité sur le marché international, les entreprises japonaises ont systématiquement diminué leurs coûts opérationnels au cours des 20 dernières années en substituant des sous-traitants au personnel permanent. Après un pic en 1997, le salaire moyen dans le secteur privé avait baissé de 8 % en 2008 et de 11,5 % en 2013, creusant les disparités de revenus. En outre, comme dans de nombreux pays avancés, les jeunes sont de plus en plus recrutés pour des emplois temporaires ou comme sous-traitants. Il leur est donc difficile d'acquérir des compétences et ils ne maîtrisent que très peu leurs choix de carrière.

« Le Japon est de retour ! »

C'est dans ce contexte budgétaire et économique difficile que le Premier Ministre Abe a pris ses fonctions en décembre 2012. Il s'est engagé à faire du redressement économique du Japon sa priorité absolue en mettant un terme à la déflation dont souffrait l'économie nationale depuis près de 20 ans. En février 2013, peu après son entrée en fonction, il a prononcé un discours intitulé *Le Japon est de retour* lors d'une visite aux États-Unis. La vision économique du Premier Ministre Abe comporte « trois flèches » : assouplissement monétaire, incitations fiscales et stratégie de croissance. Intrigués, les investisseurs du monde entier ont commencé à s'intéresser de près au Japon à partir de 2013, ce qui a entraîné une hausse du cours des actions de 57 % en un an. Dans le même temps, la surévaluation du yen, un phénomène défavorable que subissaient les fabricants japonais depuis plusieurs années, a pris fin. Le Premier Ministre a même vivement invité le secteur privé à augmenter les salaires, ce qu'il a fait.

La vision économique du Premier Ministre Abe n'a pas encore produit tous ses effets. Bien que la dépréciation du yen ait aidé les industries exportatrices japonaises, il n'est pas certain que les entreprises rapatrient leurs usines et leurs centres de R&D implantés à l'étranger. L'affaiblissement du yen a également augmenté le prix des marchandises et des matières premières importées telles que le pétrole et d'autres ressources naturelles, déséquilibrant du même coup la balance commerciale du Japon.

Au final, il semble que la santé économique à long terme du pays dépendra de la troisième flèche, à savoir la stratégie de croissance, dont les éléments clés sont le renforcement de la participation sociale et économique des femmes, le soutien aux industries médicales et aux autres secteurs en expansion et la promotion de la science, de la technologie et de l'innovation (STI). La réalisation ou non de ces objectifs exercera une influence fondamentale sur l'avenir de la société japonaise.

TENDANCES EN MATIÈRE DE GOUVERNANCE DE LA STI

Rupture radicale avec le passé

La loi fondamentale sur la science et la technologie de 1995 est la première à avoir donné mandat au gouvernement japonais en vue de la formulation d'un document fondateur dans ce domaine, le *Plan fondamental pour la science et la technologie*, qui, depuis, est révisé tous les cinq ans. Le *premier Plan fondamental* (1996) prônait une augmentation substantielle des dépenses publiques de R&D, la diversification et l'élargissement des financements de la recherche accessibles par concours et l'entretien adéquat de l'infrastructure de recherche. Les *deuxième* et *troisième Plans fondamentaux* définissaient quatre priorités en matière d'allocation des ressources (sciences de la vie, technologies de l'information et de la communication [TIC], environnement et nanotechnologie/science des matériaux) et soulignaient l'importance des sciences fondamentales. Bien que la promotion d'un environnement de recherche concurrentiel et la collaboration entre les universités et l'industrie soient demeurées au cœur des agendas politiques, elles ont perdu de leur importance au profit de la communication des avancées scientifiques à la population. L'innovation apparaît pour la première fois comme un mot clé dans le *troisième Plan fondamental* publié en 2006. Le Conseil pour la politique en matière de science et de technologie a constaté, lors de son examen de la mise en œuvre de ce plan, l'existence d'un soutien accru aux jeunes chercheurs, l'augmentation de la proportion de chercheuses et le renforcement de la collaboration entre les universités et l'industrie. Il a toutefois également noté que des efforts supplémentaires s'imposaient dans tous ces domaines. Il a également souligné l'importance de mécanismes efficaces de planification-réalisation-vérification-action.

Alors que le Conseil pour la politique en matière de science et de technologie mettait la touche finale au *quatrième Plan fondamental*, un violent tremblement de terre secouait l'est du pays le 11 mars 2011. La triple catastrophe – le séisme, le tsunami et l'accident nucléaire de Fukushima – a eu d'énormes répercussions sur la société japonaise. Environ 20 000 personnes sont décédées ou ont été portées disparues, 400 000 maisons et bâtiments ont été endommagés et des biens représentant des centaines de milliards de dollars des États-Unis ont été détruits. Une vaste zone occupée par des villes et des exploitations agricoles a dû être évacuée après avoir été contaminée par des matières radioactives et six réacteurs nucléaires ont dû être abandonnés. Tous les autres réacteurs implantés sur le territoire national ont été arrêtés, bien que quelques-uns aient été remis temporairement en service quelque temps plus tard. Un plan d'économies d'électricité à grande échelle a été mis en œuvre dans tout le pays pendant l'été 2011.

La publication du *quatrième Plan fondamental* a été repoussée à août 2011 afin de tenir compte de cette nouvelle situation. Ce nouveau plan s'est radicalement démarqué de ses prédécesseurs. Au lieu de définir des domaines de R&D prioritaires, il s'est concentré sur trois points essentiels : le relèvement et la reconstruction post-catastrophe, l'« innovation verte » et l'innovation dans les secteurs médical et des soins. Le gouvernement s'est également fixé d'autres priorités dans ce

plan telles que la sécurité, la prospérité et une meilleure qualité de vie pour la population, une forte compétitivité industrielle, la contribution du Japon à la résolution des problèmes mondiaux et le maintien des fondations nationales. Le *quatrième Plan fondamental* a donc marqué une transition radicale vers une politique de STI non plus fondée sur les disciplines mais pilotée par les problèmes à résoudre.

En juin 2013, quelques mois à peine après avoir pris l'engagement de relancer rapidement l'économie, le gouvernement du Premier Ministre Abe a introduit une politique d'un nouveau genre, la *Stratégie globale en matière de STI*, conjuguant vision à long terme et actions sur un an. Cette stratégie énumérait des pistes de R&D concrètes dans des domaines tels que les systèmes énergétiques, la santé, l'infrastructure « nouvelle génération » et le développement régional tout en proposant des approches visant à améliorer le système d'innovation national. Le plan précisait également trois orientations clés pour la politique de STI : « approches intelligentes[1] », « systématisation » et « mondialisation ». La révision de juin 2014 de la *Stratégie globale* désigne trois champs d'investigation technologique transversaux importants pour la réalisation de sa vision : TIC, nanotechnologie et technologie environnementale.

Vers un rôle plus actif des universités dans l'innovation

Tous les documents généraux consacrés à la politique japonaise en matière de STI des 10 dernières années insistaient systématiquement sur l'innovation et la collaboration entre les universités et l'industrie, arguant que le Japon obtenait de bons résultats en matière de recherche scientifique et de développement technologique, mais perdait du terrain en termes de création de valeur et de compétitivité internationale. Les hommes politiques, les représentants du gouvernement et les dirigeants d'entreprises sont tous convaincus que l'innovation constitue la clé du redressement de l'économie japonaise, en situation de stagnation chronique. Ils sont également d'avis que les universités devraient jouer un rôle plus actif en la matière.

En 2010, des lois importantes encourageant la collaboration entre les universités et l'industrie étaient déjà en place. La version japonaise de la loi Bayh-Dole[2], qui accorde les droits de propriété intellectuelle résultant de la R&D publique aux instituts de recherche et non au gouvernement, a été codifiée pour la première fois dans une loi spécifique votée en 1999 puis rendue permanente par un amendement de 2007 à la loi sur l'amélioration de la technologie industrielle. La loi fondamentale sur la propriété intellectuelle, quant à elle, est entrée en vigueur en 2003, la même année qu'une réforme ambitieuse des exemptions fiscales sur les dépenses de R&D des entreprises privées, notamment celles liées à leur collaboration avec des universités et des instituts de recherche et développement nationaux. En 2006, un amendement à la loi fondamentale sur l'éducation a ajouté à la mission initiale des universités (éducation et recherche) un volet contribution à la société et donc, implicitement, au développement industriel et régional.

De nombreux programmes encourageant la collaboration entre les universités et l'industrie ont été lancés sous l'égide de ces cadres juridiques. Certains portaient sur la création de vastes centres thématiques de recherche collaborative universités-industrie, tandis que d'autres appuyaient la création de startups universitaires. D'autres encore avaient pour objectif de renforcer les centres intra-universitaires existants chargés de faire la liaison avec le secteur industriel, de soutenir les activités de recherche universitaires répondant à des besoins industriels spécifiques et d'encourager la présence et le déploiement de coordonnateurs dans les universités. En 2000, le gouvernement avait également mis sur pied plusieurs groupes sectoriels régionaux, dont un grand nombre a été aboli entre 2009 et 2012 après une décision visant à mettre fin à de nombreux programmes dans une course précipitée à la réduction des dépenses publiques.

Ce large appui du gouvernement a permis à la collaboration entre les universités et l'industrie japonaises de continuer à s'épanouir au cours des cinq dernières années. Cette dynamique a néanmoins ralenti par rapport aux cinq années précédentes. Le nombre de nouvelles startups universitaires, notamment, a chuté de 252 en 2004 à seulement 52 en 2013 (tableau 24.2). Cette tendance reflète en partie l'arrivée à maturité des relations entre les universités et les entreprises japonaises, mais indique peut-être également l'essoufflement des initiatives de politiques publiques ces dernières années.

Soutien de la R&D à haut risque et à fort impact

Convaincu que la promotion de l'innovation par le biais de la collaboration entre les universités et l'industrie constitue un élément vital de la stratégie de croissance nationale, le gouvernement japonais a lancé récemment une série de nouveaux dispositifs. En 2012, il a décidé d'investir dans quatre

1. Cette notion recouvre des concepts tels que le « réseau électrique intelligent » et les « villes intelligentes ».

2. La loi sur la réforme des brevets et des marques, ou loi Bayh-Dole (officiellement dénommée The Patent and Trademark Law Amendments Act) de 1980 autorisait les universités et les entreprises américaines à commercialiser leurs inventions financées par l'État fédéral.

Tableau 24.2 : **Collaboration entre les universités et l'industrie au Japon, 2008 et 2013**

Année	Nombre de projets de recherche communs	Montant perçu par les universités participant à des projets de recherche communs (en millions de yens)	Nombre de projets de recherche sous contrat	Montant perçu par les universités via des projets de recherche sous contrat (en millions de yens)	Nombre de nouvelles startups universitaires
2008	17 638	43 824	19 201	170 019	90
2013	21 336	51 666	22 212	169 071	52

Remarque : Dans ce contexte, le terme « universités » comprend les collèges techniques et les instituts de recherche inter-universités.

Source : Institut de statistique de l'UNESCO, avril 2015.

grandes universités afin qu'elles puissent elles-mêmes financer la création de nouvelles startups universitaires avec des institutions financières, des sociétés privées ou d'autres partenaires. Lorsque ces entreprises sont bénéficiaires, une partie des profits est reversée au trésor national.

En 2014 a été lancé un nouveau programme d'envergure baptisé ImPACT (Impulsing Paradigm Change through disruptive Technologies, Impulser un changement de paradigme grâce à la rupture technologique), dont l'objectif est de soutenir la R&D à haut risque et à fort impact. Ce dispositif présente de nombreuses similitudes avec l'Agence des projets de recherche avancés du Département de la défense des États-Unis. Ses responsables bénéficient d'une marge de manœuvre et d'une souplesse considérables pour monter leurs équipes et orienter leurs activités.

Le Programme de promotion interministérielle de l'innovation stratégique a lui aussi vu le jour en 2014. Afin de surmonter le cloisonnement entre les ministères, le Conseil pour la science, la technologie et l'innovation[3] gère directement cette initiative. Il soutient toutes les activités de R&D qui visent à résoudre les défis socioéconomiques majeurs du Japon tels que la gestion des infrastructures, la prévention résiliente des catastrophes et l'agriculture.

Ces nouveaux dispositifs de financement montrent la prise de conscience croissante par les décideurs japonais de la nécessité de financer tous les maillons de la chaîne de valeur. Le gouvernement espère qu'ils donneront naissance à des innovations révolutionnaires aptes à résoudre les problèmes sociaux et qu'ils dynamiseront l'économie japonaise comme le souhaite le cabinet du Premier Ministre Abe.

Élan en faveur des énergies renouvelables et des technologies propres

Le Japon investit massivement depuis longtemps dans les technologies énergétiques et environnementales. Quasiment dépourvu de ressources naturelles, il a lancé depuis les années 1970 de nombreux projets de développement des énergies renouvelables et de l'énergie nucléaire. Il affichait la part de production d'énergie solaire la plus importante au monde jusqu'au milieu des années 2000, date à laquelle l'Allemagne et la Chine l'ont rapidement détrôné.

Après le puissant tremblement de terre de mars 2011 dans l'est du pays, le Japon a décidé de se recentrer sur le développement et l'utilisation des énergies renouvelables, notamment depuis l'arrêt en mai 2012 de l'ensemble du réseau national de réacteurs nucléaires, dont la remise en service ne semble pas envisagée. En juillet 2012, le gouvernement a mis en place un tarif de rachat qui oblige les services collectifs à acheter de l'électricité à des producteurs d'énergie renouvelable à des prix fixes. La déréglementation correspondante, la baisse des taxes et l'octroi d'aides financières ont également encouragé l'investissement privé dans les énergies renouvelables. De ce fait, le marché de l'énergie solaire s'est rapidement développé et le coût de l'électricité solaire a baissé de manière régulière. La part des énergies renouvelables (hors électricité d'origine hydraulique) dans la production totale d'électricité du Japon est passée de 1,0 % en 2008 à 2,2 % en 2013. En principe, les politiques gouvernementales existantes devraient continuer à élargir le marché des énergies renouvelables.

L'industrie japonaise a mis du temps à se lancer dans l'aéronautique, mais depuis 2003, le Ministère de l'économie, du commerce et de l'industrie subventionne une initiative de Mitsubishi Heavy Industries visant à développer un avion de ligne dont les trois points forts lui donnent bon espoir de conquérir le marché mondial : consommation de carburant réduite, faible impact environnemental et pollution sonore minime (encadré 24.1).

Désaffection à l'égard des carrières universitaires

Comme dans de nombreux autres pays, les jeunes Japonais titulaires d'un doctorat peinent à trouver des emplois à durée indéterminée dans les universités ou les instituts de recherche. Le nombre de doctorants baisse car de nombreux étudiants en master n'osent pas s'embarquer dans une carrière apparemment peu gratifiante dans la recherche.

Face à cette situation, le gouvernement japonais a pris depuis 2006 une série de mesures visant à diversifier les carrières des jeunes chercheurs. Il a mis en place des dispositifs qui facilitent les échanges entre les universités et l'industrie, subventionnent les stages et élaborent des programmes de formation élargissant les perspectives et les compétences des personnes souhaitant obtenir un doctorat. Il a également encouragé la réforme des programmes de doctorat afin que les diplômés puissent s'adapter plus facilement à un environnement non universitaire. En 2011, le Ministère de l'éducation, de la culture, des sports, de la science et de la technologie (MEXT) a lancé un programme de grande ampleur visant à créer des établissements de deuxième et troisième cycles de premier plan. Ce mécanisme a financé l'ambitieuse réforme des programmes de deuxième et troisième cycles engagée par les universités dans le but de stimuler la créativité et de diversifier les compétences des futurs dirigeants mondiaux de l'industrie, des universités et de l'État.

Dans le même temps, le gouvernement a entamé une réforme des systèmes de ressources humaines des universités. En 2006, il a commencé à subventionner l'introduction d'un mécanisme de prétitularisation conditionnelle, traditionnellement absent du monde universitaire japonais. Cette subvention a été revue à la hausse en 2011. Le concept d'administrateur de la recherche universitaire a lui aussi été introduit officiellement en 2011. Les détenteurs de ce poste ont des responsabilités très diverses : analyse des points forts de leur institution, formulation de stratégies de mobilisation de fonds pour la R&D, gestion des fonds de R&D, prise en charge des aspects liés aux droits de propriété intellectuelle, entretien des relations avec l'extérieur. Cependant, certaines universités les considèrent toujours comme du simple personnel d'appui au service des chercheurs. Il faudra peut-être du temps avant que la spécificité de cette fonction soit dûment reconnue dans les universités japonaises.

3. Précédemment appelé Conseil pour la politique en matière de science et de technologie, il a été renforcé et rebaptisé en 2014.

Encadré 24.1 : **L'avion régional de Mitsubishi**

Le MRJ (Mitsubishi Regional Jet) est le premier avion de ligne conçu et fabriqué au Japon. Son déploiement officiel a eu lieu le 18 octobre 2014 et son vol inaugural est prévu pour 2015. Les premières livraisons devraient intervenir en 2017. Diverses compagnies aériennes nationales et étrangères ont déjà passé des centaines de commandes.

Ses principaux fabricants sont Mitsubishi Heavy Industries et sa filiale Mitsubishi Aircraft Corporation, créée en 2008. Les différents modèles de l'appareil transporteront entre 70 et 90 passagers sur des distances allant de 1 500 à 3 400 km.

L'industrie aéronautique japonaise a été lente à démarrer. La production d'avions a été interdite au Japon pendant sept ans à l'issue de la Seconde Guerre mondiale. Après la levée de l'interdiction, la recherche en matière de technologie aéronautique a décollé progressivement grâce à l'esprit d'entreprise d'un groupe de chercheurs de l'Université de Tokyo et provenant d'autres institutions universitaires, industrielles et gouvernementales.

Au cours des décennies suivantes, les plans de développement et de production d'aéronefs ont enchaîné les revers. L'entreprise semi-publique créée en 1959 pour développer l'YS-11, un avion à turbopropulseurs de taille moyenne, a pu fabriquer 182 fuselages avant d'être démantelée en raison du volume des pertes accumulées et absorbée par Mitsubishi Heavy Industries en 1982. Fortement subventionnée et contrôlée par le Ministère du commerce international et de l'industrie (rebaptisé Ministère de l'économie, du commerce et de l'industrie en 2001), l'entreprise ne possédait pas la souplesse requise pour s'adapter à l'évolution du marché international.

En dépit des efforts systématiques du ministère pour promouvoir l'industrie aéronautique japonaise depuis les années 1970, les industriels nippons ont eu du mal à mener à bien leurs projets de développement d'un nouvel avion. Pendant longtemps ils sont demeurés les sous-traitants d'entreprises américaines et européennes. Ce n'est qu'en 2003 que Mitsubishi Heavy Industries a commencé à développer un avion de ligne de taille moyenne, un an après l'annonce par le ministère qu'il subventionnerait ce type d'initiative. La date fixée pour le vol inaugural (2007) s'est avérée trop optimiste.

Le budget initial de 50 milliards de yens atteint aujourd'hui près de 200 milliards de yens mais grâce à la ténacité de Mitsubishi et d'autres industriels, le MRJ peut se targuer d'une consommation de carburant réduite, d'un faible impact environnemental et d'une pollution sonore minime. L'appareil utilise largement la fibre de carbone japonaise, dont les avionneurs du monde entier reconnaissent depuis longtemps les qualités. Il reste à espérer que ces mérites technologiques sauront convaincre les clients du marché international.

Source : Compilées par les auteurs.

La baisse des inscriptions risque de provoquer une réforme radicale

L'accent placé sur les ressources humaines mondiales ou, en d'autres termes, sur les personnes aptes à s'adapter sans difficulté à un poste à l'étranger, constitue une tendance marquée de l'enseignement supérieur ces dernières années. Les Japonais ont toujours été conscients du fait que les interactions internationales ne sont pas leur point fort, en grande partie en raison de leur maîtrise limitée de l'anglais. Au début du 21e siècle cependant, pratiquement toutes les entreprises se sentaient à l'étroit sur un marché japonais fermé. Le MEXT a donc lancé en 2012 un projet majeur de promotion du développement des ressources humaines internationales, qui a été requalifié en 2014 en un projet visant à améliorer la compétitivité de l'enseignement supérieur japonais. Ces projets ont versé aux universités de généreux subsides afin qu'elles produisent des spécialistes armés pour travailler à l'étranger. Hormis ces projets gouvernementaux, les universités japonaises elles-mêmes se sont fixé comme priorités la formation des étudiants au contexte mondial actuel et le recrutement d'étudiants étrangers. En 2013, 15,5 % des étudiants de deuxième et troisième cycles (255 386) venaient de pays étrangers (39 641). La grande majorité d'entre eux (88 %)[4] étaient asiatiques (34 840), dont 22 701 ressortissants de la Chine et 2 853 de la République de Corée.

Le nombre décroissant de jeunes âgés de 18 ans constitue sans nul doute le problème de fond auquel sont confrontées les universités japonaises. Après avoir culminé en 1991 (2 049 471), cette population a été presque divisée par deux (1 180 838) en 2014. Le nombre d'inscriptions a néanmoins progressé en raison de l'augmentation de la proportion de jeunes entrant à l'université : 26,4 % en 1992 et 51,5 % en 2014 (figure 24.1). Cependant, la plupart des parties prenantes décèlent des signes de saturation et conviennent de l'imminence d'une réforme radicale du système universitaire national.

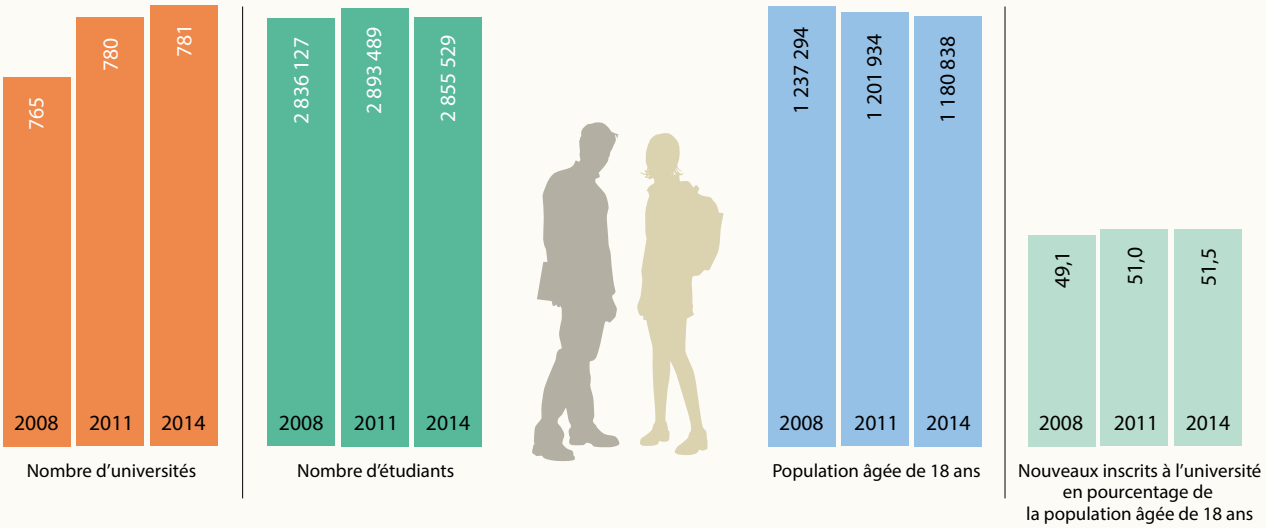
Le nombre d'universités au Japon a régulièrement augmenté jusqu'à récemment. En 2014, on comptait 86 universités nationales, 92 autres universités publiques et 603 universités privées. Ce total de 781 établissements est très élevé par rapport à la norme internationale. Le fait que la moitié environ des universités privées ne parviennent pas à remplir leur quota suggère qu'une consolidation et une fusion massives risquent de survenir dans un avenir proche.

Hiérarchisation des universités : une réforme historique

Le gouvernement a déjà engagé une réforme structurelle des universités nationales. Depuis leur semi-privatisation en 2004

4. Les autres viennent du Viet Nam (1 333) et de Malaisie (685). Les autres étudiants étrangers venaient d'Europe (1 959), d'Afrique (872), du Moyen-Orient (747), d'Amérique latine (649) et d'Amérique du Nord (424).

Figure 24.1 : **Nombre d'universités et d'étudiants au Japon, 2008, 2011 et 2014**



Remarque : Le nombre d'étudiants inclut ceux des premier, deuxième et troisième cycles.

Source : MEXT (2014b, 2014c).

et leur transformation en sociétés universitaires nationales, leur financement public ordinaire a diminué d'environ 1 % par an. Les universités nationales devaient subvenir à leurs propres besoins grâce à davantage de bourses de recherche, davantage de financement du secteur privé et davantage de dons. Mais toutes ne sont pas parvenues à s'adapter à ce nouvel environnement. Seule une poignée d'entre elles a bien supporté la baisse du financement et demeure en bonne santé. Au vu de cette situation, le gouvernement incite les universités depuis 2012 à engager des réformes et à redéfinir leurs missions afin d'exploiter au maximum leurs points forts spécifiques. À titre de mesure incitative, il verse diverses subventions à celles qui acceptent de se réformer.

Mais les efforts des universités n'ont pas suffi. En novembre 2013, le MEXT annonçait l'adoption d'un *Plan national de réforme des universités* par lequel il demandait à chaque université nationale de choisir entre trois orientations : devenir un centre d'éducation et de recherche de classe internationale, un centre national d'éducation et de recherche ou un centre de revitalisation régional. En juillet 2014, il a clairement annoncé une réforme du financement des universités nationales. Dans le cadre du nouveau dispositif, trois types d'universités seront évalués en fonction de différents critères et options de financement. Cette décision marque la fin d'une époque, car jusqu'à maintenant, toutes les universités nationales japonaises détenaient le même statut institutionnel. Désormais, leur hiérarchisation devient officielle.

Les institutions publiques de R&D sont elles aussi en voie de réforme. Auparavant, les organismes tels que l'Agence japonaise d'exploration spatiale, l'Agence japonaise de coopération internationale et l'Agence de la renaissance urbaine, au nombre de 98 dans le pays, relevaient de la catégorie des autorités administratives indépendantes. Une loi votée en juin 2014 accorde le statut distinct d'agence nationale de R&D à 31 d'entre elles. Les agences nationales de R&D seront évaluées sur une période plus longue (5-7 ans) que les autres (3-5 ans en général) afin d'optimiser la performance de leurs activités de recherche et développement. Bien que l'Institut de recherche physique et chimique (RIKEN) et l'Institut national de science et de technologie industrielles avancées (AIST) soient actuellement considérés comme des autorités administratives indépendantes, le gouvernement avait l'intention de les transformer en agences nationales de R&D spéciales. Ce statut leur aurait laissé une considérable latitude pour introduire des systèmes d'évaluation spécifiques et les aurait autorisés à verser des salaires exceptionnellement élevés aux chercheurs de haut vol. Ce plan a néanmoins subi un coup d'arrêt après la forte médiatisation d'un cas de fraude de la part d'une chercheuse du RIKEN, sur lequel nous reviendrons un peu plus loin.

Créer des espaces de rencontre entre scientifiques et grand public

En 2001, le *deuxième Plan fondamental pour la science et la technologie* a reconnu l'interdépendance croissante de la science et de la société. Il a souligné la nécessité de renforcer les échanges entre les scientifiques et le grand public et vivement incité les chercheurs en sciences sociales et humaines à participer à ce mouvement. Depuis, divers programmes de communication des travaux scientifiques, cafés de la science, initiatives de vulgarisation scientifique et projets de communication des risques ont été lancés. Des programmes d'études supérieures en communication et journalisme scientifiques ont été créés dans plusieurs universités et le nombre de spécialistes de la communication scientifique a nettement progressé. Depuis 2006, l'Agence japonaise de science et technologie organise tous les ans un festival baptisé Science Agora, qui donne l'occasion aux scientifiques et au grand public de se rencontrer. Le mandat de Science Agora a été étendu en 2014 à des débats sur des questions sociales cruciales liées à la science et à la technologie.

Importance accrue de la consultation scientifique depuis la triple catastrophe de 2011

L'importance d'un dialogue permanent entre scientifiques et décideurs politiques a été reconnue plus récemment. La question de la consultation scientifique est venue sur le devant de la scène après le tremblement de terre de mars 2011 dans l'est du Japon. L'opinion publique a eu le sentiment que le gouvernement était incapable de mobiliser les connaissances scientifiques requises pour faire face à la triple catastrophe. Une série de conférences a été organisée pour discuter du rôle de l'avis scientifique dans l'élaboration des politiques et l'idée a été émise d'affecter des conseillers scientifiques au Premier Ministre et à d'autres ministres. Elle ne s'est néanmoins pas encore concrétisée. Pendant ce temps, le Conseil scientifique du Japon (l'Académie japonaise des sciences) révisait en janvier 2013 son code de déontologie et y ajoutait une nouvelle section consacrée à la consultation scientifique. Les décideurs devront prendre position plus fermement sur la question afin que le Japon participe activement au débat international sur ce sujet en rapide évolution.

En 2011, le gouvernement a lancé le programme SciREX (la science au service de la redéfinition des politiques en matière de science, de technologie et d'innovation), dont le but est de mettre en place un système permettant à la politique de STI de tenir davantage compte des preuves scientifiques[5]. Ce programme soutient plusieurs centres de recherche et de formation au sein des universités, accorde des bourses aux chercheurs dans les disciplines concernées et encourage la création d'une base de faits probants pertinente. Les nombreux chercheurs en sciences sociales et humaines qui y participent forment des spécialistes de cette nouvelle discipline et publient leurs propres résultats sur des thèmes tels que l'innovation fondée sur la science, la STI et la croissance économique, les processus d'élaboration des politiques, les implications sociales de la S&T et l'évaluation de la R&D.

Bien que SciREX se préoccupe principalement de la politique de STI fondée sur des faits probants, la science et la technologie peuvent aussi éclairer d'autres domaines des politiques tels que l'environnement et la santé (« la science au service des politiques » plutôt que « les politiques au service de la science »). Dans ces domaines, les décideurs s'appuient fortement sur les conseils émis par les scientifiques sous diverses formes parce qu'il est impossible d'élaborer des politiques sérieuses sans connaissance spécialisée des phénomènes concernés.

En dépit des vertus évidentes de la consultation scientifique pour l'élaboration des politiques, la relation entre les deux n'est pas toujours simple. La consultation scientifique n'est pas exempte d'incertitudes et les scientifiques eux-mêmes sont susceptibles de présenter des divergences d'opinion. Les consultants scientifiques risquent aussi d'être soumis à des conflits d'intérêts ou de subir la pression des décideurs. Ces derniers sont en effet susceptibles de sélectionner les consultants de manière arbitraire ou d'interpréter leurs avis à leur convenance. La question de la consultation scientifique est donc devenue un sujet de débat important dans de nombreux pays occidentaux et organisations internationales comme l'OCDE.

5. À savoir non seulement les informations et les connaissances issues des sciences naturelles mais aussi de l'économie, de la science politique et d'autres sciences sociales et humaines.

La fraude scientifique a éveillé la méfiance du public

L'intégrité de la recherche constitue un élément déterminant de la confiance accordée par le public à la science. Au Japon, le nombre de cas de fraude scientifique rapportés par les médias a augmenté notablement pendant les années 2000, parallèlement à la fonte du financement ordinaire des universités et à la multiplication des subventions concurrentielles. En 2006, le gouvernement et le Conseil scientifique du Japon ont tous deux élaboré des consignes à suivre en cas de fraude scientifique mais celles-ci n'ont pas inversé la tendance. Depuis 2010, on constate une recrudescence des signalements de cas de fraude scientifique à grande échelle et d'emploi abusif des fonds destinés à la recherche.

En 2014, un cas extrêmement grave et manifeste de fraude scientifique a été exposé au grand jour. Le 28 janvier, une chercheuse de 30 ans et plusieurs de ses collègues chevronnés ont tenu une conférence de presse pour annoncer une nouvelle sensationnelle : la publication le lendemain dans la revue *Nature* de leur article sur une méthode simple de création de *cellules pour acquisition de pluripotence déclenchée par stimulus (STAP)*. Cette innovation scientifique révolutionnaire a bénéficié d'une large couverture médiatique et la jeune chercheuse est devenue une star du jour au lendemain. Peu de temps après cependant, des internautes ont commencé à évoquer la possibilité de chiffres falsifiés et de plagiats dans les publications. Le 1er avril, RIKEN, l'employeur de la jeune femme, confirmait la fraude. Bien qu'elle ait longtemps résisté et n'ait jamais admis publiquement son acte, elle a démissionné de RIKEN après le rejet, le 26 décembre, de la validité de ses articles par le comité d'investigation de l'Institut, celui-ci arguant que les cellules STAP étaient en fait un autre type bien connu de cellules pluripotentes, à savoir des cellules souches embryonnaires.

Suivie de près par la population, cette saga a gravement nui au sentiment de l'opinion publique japonaise sur la validité des résultats scientifiques. Elle a également suscité un débat public élargi sur la politique en matière de S&T en général. Ainsi, suite aux questions posées à propos de la thèse de doctorat de la jeune chercheuse, l'Université Waseda où elle avait effectué ses études a mené une enquête et décidé d'annuler son diplôme avec un sursis d'un an afin de lui donner le temps d'apporter les corrections nécessaires. Parallèlement, l'université a lancé une enquête concernant d'autres thèses provenant de son ancien département. Outre le problème de l'assurance qualité des diplômes, cette affaire a braqué les projecteurs sur d'autres questions telles que l'intense concurrence que se livrent les chercheurs et les institutions et la formation inadéquate des jeunes chercheurs. En réaction à ce cas grave et très médiatisé, le MEXT a révisé ses consignes relatives à la fraude scientifique en 2014. Mais celles-ci ne suffiront pas à résoudre les problèmes sous-jacents.

TENDANCES EN MATIÈRE DE R&D

Faibles dépenses publiques de R&D

Les dépenses intérieures brutes de R&D (DIRD) du Japon ont augmenté régulièrement jusqu'en 2007, avant de chuter brutalement de près de 10 % dans le sillage de la crise des subprimes américaines. Elles ne sont reparties à la hausse qu'en 2013, principalement grâce à la reprise de l'économie mondiale (tableau 24.3). Du fait des liens étroits entre les DIRD et le PIB du Japon, la baisse de celui-ci ces dernières années a permis au ratio DIRD/PIB de demeurer élevé par rapport à la norme internationale.

Les dépenses publiques de R&D ont augmenté sur la même période mais les apparences peuvent être trompeuses. Le budget de R&D du Japon varie chaque année en raison de l'approbation irrégulière mais fréquente de budgets supplémentaires, notamment suite au séisme de 2011 dans l'est du pays. L'examen de l'évolution à long terme révèle que la stagnation des dépenses de R&D du gouvernement japonais est liée aux fortes contraintes budgétaires du pays. Cependant, quelle que soit la mesure, le ratio dépenses publiques de R&D/PIB est demeuré faible par rapport à la norme internationale. Le *quatrième Plan fondamental* (2011) fixe l'objectif de le hausser à 1 % minimum du PIB d'ici 2015. Ce *Plan* contient un second objectif ambitieux : passer les DIRD à 4 % du PIB d'ici 2020.

La structure globale des dépenses publiques de R&D japonaises s'est progressivement modifiée. Comme nous l'avons déjà vu, le financement ordinaire des universités nationales ne cesse de diminuer depuis plus d'une décennie, au rythme d'environ 1 % par an. Parallèlement, le volume des subventions et des financements de projets par voie de concours a augmenté. Les importantes subventions polyvalentes accordées non pas à des chercheurs mais aux universités elles-mêmes se sont notamment multipliées récemment. Elles ne sont pas exclusivement réservées au financement de la recherche et/ou de l'éducation. Elles sont conditionnées à la conduite par les universités de réformes systémiques telles que la révision des programmes, l'introduction d'un dispositif de prétitularisation conditionnelle, la diversification des carrières des chercheurs, la promotion des chercheuses, l'internationalisation de la formation et des activités de recherche ainsi qu'à des mesures d'amélioration de leur gouvernance.

Les nombreuses universités qui rencontrent actuellement de graves problèmes de financement consacrent énormément de temps et d'énergie à constituer les dossiers de demande de ces subventions institutionnelles. Mais le temps consacré à cette activité, aux tâches administratives et à l'évaluation des projets génère des effets secondaires de plus en plus visibles : lourde charge sur le corps professoral et le personnel administratif, brièveté des cycles d'évaluation susceptible de nuire à une vision à long terme de la recherche et de l'éducation, difficulté à faire perdurer les activités, les équipes et l'infrastructure après la fin des projets. La recherche du meilleur équilibre possible entre financement ordinaire et financement par projets est donc en train de devenir une question de politique de premier plan au Japon.

La baisse substantielle des dépenses de R&D dans le secteur des TIC constitue la tendance la plus notable (figure 24.2). Même la Nippon Telegraph and Telephone Corporation, qui a toujours joué un rôle clé du fait de son ancien statut d'entreprise publique, a été contrainte de réduire ses dépenses de R&D. Dans la plupart des autres branches d'activité, le niveau des dépenses de R&D s'est à peu près maintenu entre 2008 et 2013. L'industrie automobile a relativement tiré son épingle du jeu. Toyota est même arrivée en tête en termes de ventes de véhicules dans le monde entre 2012 et 2014. Les fabricants japonais d'appareils et de composants électriques ont été les plus durement touchés par la récession mondiale de 2008-2009, y compris des acteurs de premier plan tels que Panasonic, Sony et NEC, qui, confrontés à de graves difficultés financières, ont été contraints de réduire de façon draconienne leurs dépenses de R&D. Par rapport à d'autres secteurs, la reprise a été lente et fragile dans ce secteur. Reste à voir si les mesures de stimulation économique introduites par la vision économique du Premier Ministre Abe depuis 2013 inverseront cette tendance.

La baisse des dépenses dans l'industrie a eu des répercussions sur le personnel de recherche

Jusqu'à ce que les entreprises privées commencent à réduire leurs dépenses de recherche[6] en 2009, le nombre de chercheurs augmentait régulièrement au Japon. Selon l'OCDE, leur effectif

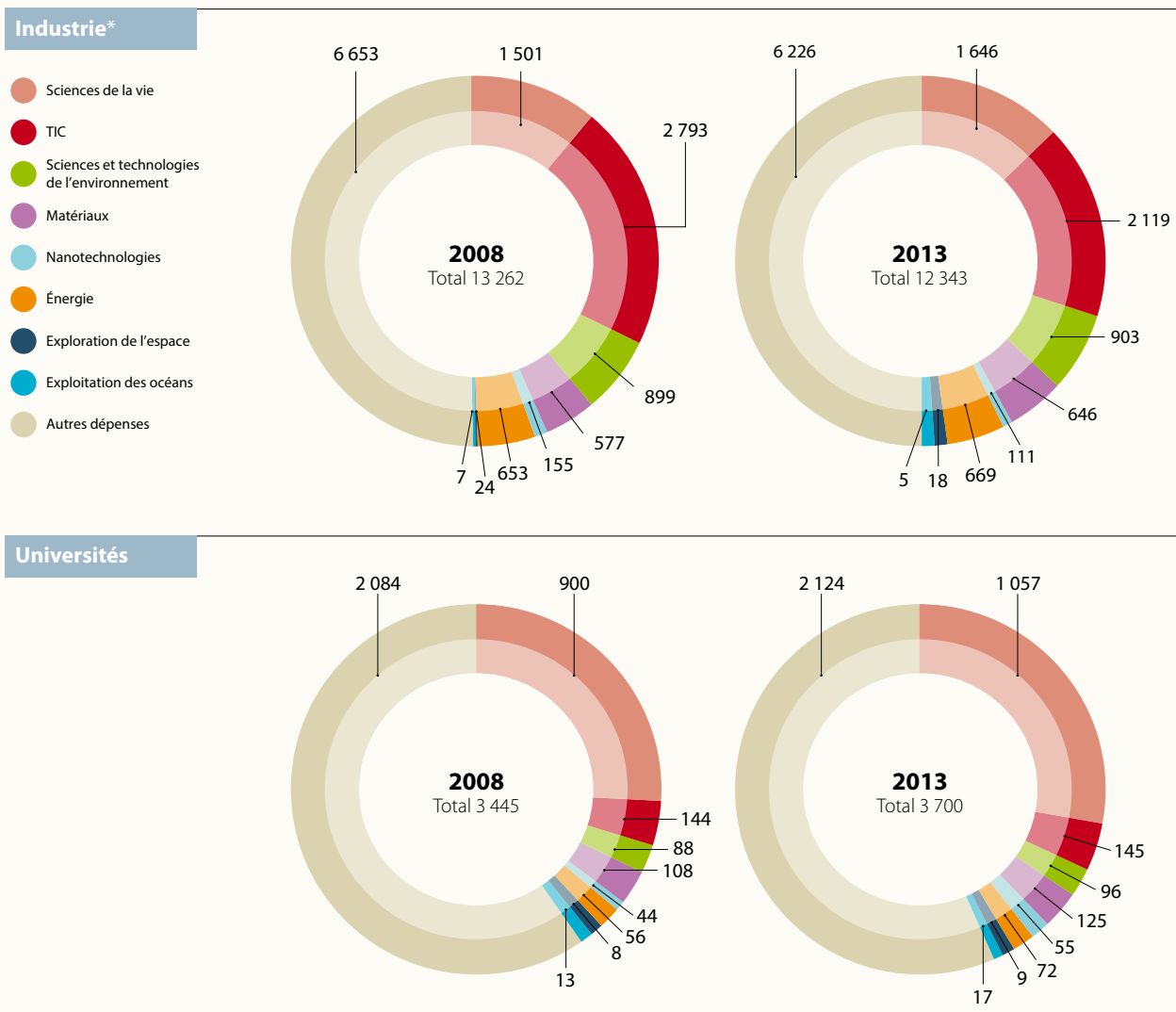
6. Certaines entreprises ont cessé d'embaucher, d'autres ont licencié du personnel ou réaffecté les employés à des postes sans rapport avec la recherche.

Tableau 24.3 : **Tendances en matière de DIRD du Japon, 2008-2013**

Année	DIRD (en milliards de yens)	Ratio DIRD/PIB (%)	Dépenses publiques de R&D (DPRD) (en milliards de yens)	Ratio DPRD/PIB (%)	Ratio DPRD + dépenses consacrées à la R&D dans l'enseignement supérieur/ PIB (%)
2008	17 377	3,47	1 447	0,29	0,69
2009	15 818	3,36	1 458	0,31	0,76
2010	15 696	3,25	1 417	0,29	0,71
2011	15 945	3,38	1 335	0,28	0,73
2012	15 884	3,35	1 369	0,29	0,74
2013	16 680	3,49	1 529	0,32	0,79

Source : Institut de statistique de l'UNESCO, avril 2015.

Figure 24.2 : **Dépenses de R&D du Japon par domaine, 2008 et 2013**
En milliards de yens

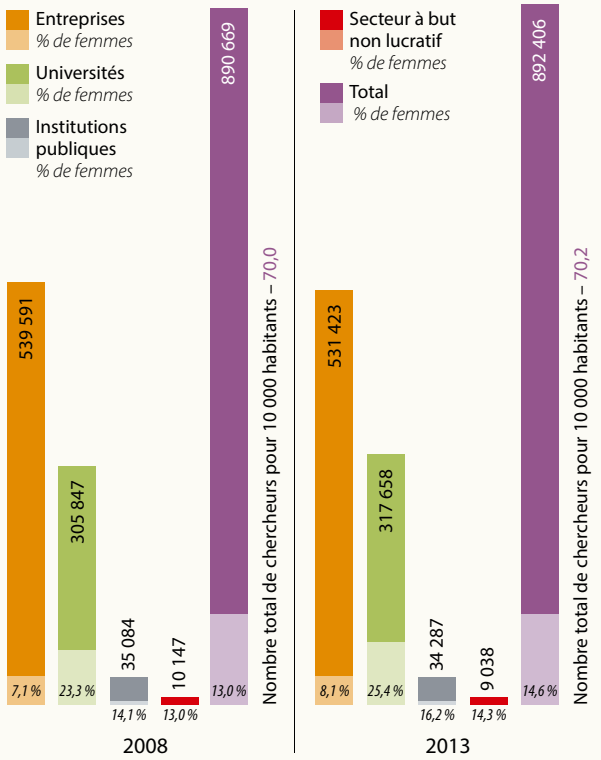


* Entreprises au capital de 100 millions de yens ou plus.

Remarque : L'industrie automobile relève des dépenses non sectorielles et les composants électroniques et électriques sont en partie couverts par les TIC.

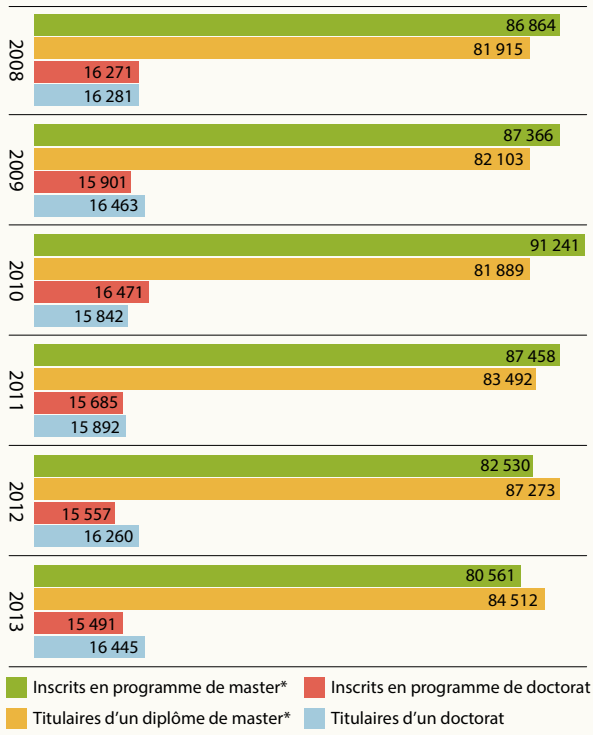
Source : Bureau de la statistique (2009, 2014) *Enquête sur la recherche et développement.*

Figure 24.3 : **Nombre de chercheurs (personnes physiques) au Japon, 2008 et 2013**



Source : Bureau de la statistique (2009, 2014) *Enquête sur la recherche et développement.*

Figure 24.4 : **Tendances en matière de programmes de master et de doctorat au Japon, 2008-2013**



* Comprend les cours sanctionnés par des diplômes professionnels.

Source : MEXT (2013, 2014c) *Résumé statistique sur l'éducation, la science et la culture.*

était de 892 406 en 2013, dont 660 489 en équivalent temps plein. En dépit de sa baisse depuis 2009, le nombre de chercheurs pour 10 000 habitants demeure parmi les plus élevés au monde (figure 24.3).

Le nombre d'étudiants en master a augmenté régulièrement jusqu'à l'inversion de la courbe en 2010 (figure 24.4). Cette progression est imputable pour une grande part aux répercussions de la crise financière de 2008 : perdant l'espoir de trouver un emploi, les jeunes diplômés de l'université se sont inscrits en deuxième cycle. La baisse des inscriptions en master s'explique en partie par la désaffection croissante pour les écoles de droit, instaurées en 2004 afin de former un grand nombre de personnes d'horizons différents au métier de juriste, mais qui ont surtout produit un grand nombre de juristes au chômage. Elle reflète peut-être également le scepticisme général des étudiants quant à l'utilité de détenir un master. De nombreux étudiants en master semblent aussi se détourner du troisième cycle en raison de perspectives de carrière incertaines. Le nombre de nouveaux doctorants a également chuté après avoir atteint un maximum de 18 232 étudiants en 2003.

Un secteur de la recherche plus féminin et axé sur l'international

En 2013, un chercheur japonais sur sept était une femme (14,6 %). En dépit des progrès accomplis par rapport à 2008 (13,0 %), le Japon compte toujours la plus faible proportion de chercheuses de tous les pays membres de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE). Le gouvernement japonais est déterminé à améliorer ce chiffre. Les *troisième* (2006) et *quatrième* (2011) *Plans fondamentaux pour la science et la technologie* ont tous deux fixé un objectif de 25 % de femmes : 20 % de l'ensemble des chercheurs dans les disciplines scientifiques, 15 % dans l'ingénierie et 30 % dansl'agriculture, la médecine, la dentisterie et la pharmacie (figure 24.5). Ces pourcentages reposent sur la proportion actuelle de doctorants dans ces disciplines. En 2006, un programme de bourses a été mis en place pour les chercheuses de retour d'un congé maternité. En outre, comme le pourcentage de chercheuses figurait dans les critères d'évaluation de divers examens institutionnels, de nombreuses universités privilégient explicitement le recrutement de femmes. Le cabinet du Premier Ministre Abe prônant une participation accrue des femmes à la vie sociale, il est très probable que le nombre de chercheuses va augmenter rapidement.

Le nombre de chercheurs étrangers est également en progression. Le secteur universitaire comptait 5 875 professeurs étrangers à plein temps (soit 3,5 % du total) en 2008 et 7 075 (4,0 %) en 2013. Comme ce pourcentage demeure plutôt faible, le gouvernement a pris des mesures visant à internationaliser les universités japonaises. Les critères de sélection de la plupart des grosses subventions versées aux universités prennent désormais en compte la proportion d'étrangers et de femmes dans le corps professoral et parmi les chercheurs.

La productivité scientifique victime de la multiplication des tâches

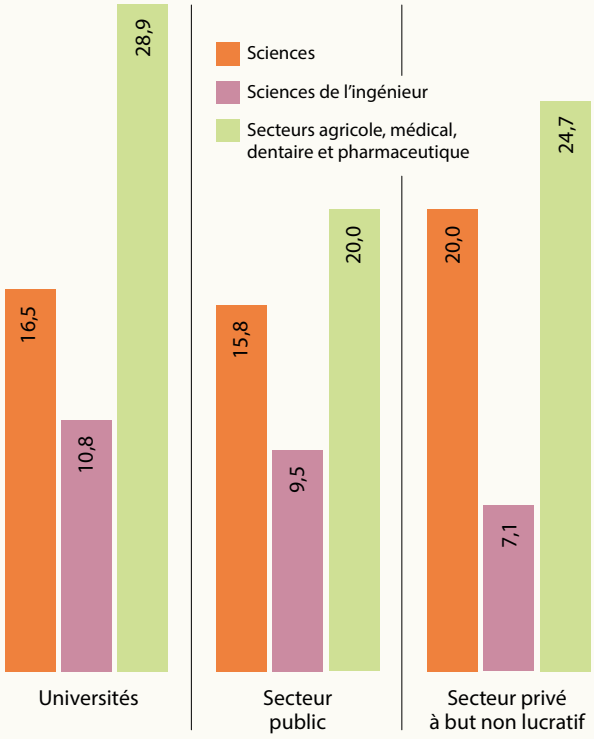
La part mondiale du Japon en termes de publications scientifiques n'a pas cessé de chuter après avoir atteint son maximum à la fin des années 1990. Selon la plateforme de recherche Web of Science, le pays produisait encore 7,9 % des publications scientifiques mondiales en 2007, mais sa part avait reculé à 5,8 % en 2014. Bien que cette situation résulte en partie de la croissance continue de la Chine, la performance médiocre du Japon donne à réfléchir : entre 2007 et 2014, le nombre des publications dans le monde a augmenté de 31,6 %, alors que la production japonaise déclinait de 3,5 %.

La faible croissance des dépenses de R&D des universités japonaises sur cette période (1,3 % à peine en prix constants selon l'Institut de statistique de l'UNESCO) pourrait expliquer ce phénomène, de même que le temps plus restreint que les chercheurs universitaires peuvent consacrer à la recherche. Comme nous l'avons vu en effet, le nombre des chercheurs universitaires a connu une modeste hausse au Japon ces dernières années mais l'utilisation de leur temps a considérablement changé : chaque chercheur consacrait en moyenne 1 142 heures à des activités de recherche en 2008 contre seulement 900 en 2013 (figure 24.6). Cette chute préoccupante de 21 % est en partie imputable à la baisse de leur nombre moyen d'heures de travail, tombé de 2 920 à 2 573 sur la même période. Une chose est certaine : le temps alloué à la recherche a beaucoup plus diminué que celui consacré à l'enseignement et à d'autres activités. Les chercheurs sont aujourd'hui confrontés à une multitude de tâches incontournables : préparer leurs cours en anglais et en japonais, rédiger le contenu de tous leurs cours, parrainer les étudiants en dehors du cadre universitaire, recruter de futurs étudiants potentiels, monter des processus d'inscription très diversifiés et complexes, s'adapter à des exigences environnementales, de sûreté et de sécurité de plus en plus strictes, etc.

Le déclin du nombre de publications de chercheurs japonais est peut-être aussi lié à l'évolution du financement public de la R&D. Un nombre croissant des bourses accordées à des chercheurs et à des universités mettent désormais l'accent sur l'innovation, et la rédaction d'articles théoriques n'est plus considérée comme suffisante. Les activités de R&D à visée innovante donnent elles aussi lieu à des publications, mais les chercheurs japonais concentrent peut-être moins leurs efforts sur la simple production d'articles. Dans le même temps, il semble que la diminution du financement privé de la R&D ait entraîné une baisse des publications des chercheurs dans le secteur privé.

La tendance à la baisse des publications japonaises s'observe dans toutes les disciplines scientifiques (figure 24.7). Même dans la chimie, la science des matériaux et la physique, des domaines où le Japon occupait une place sur le plan international, sa part mondiale a considérablement baissé. Cette situation est d'autant plus ironique que la qualité exceptionnelle des travaux d'un nombre croissant de scientifiques japonais a été reconnue ces dernières années par des récompenses internationales prestigieuses. Depuis le début du siècle, 15 scientifiques japonais (dont deux ont obtenu la nationalité américaine) ont été lauréats d'un prix Nobel (encadré 24.2). Il est vrai que la plupart de leurs découvertes remontent à plusieurs décennies. Cette constatation pousse à se demander si l'environnement institutionnel et

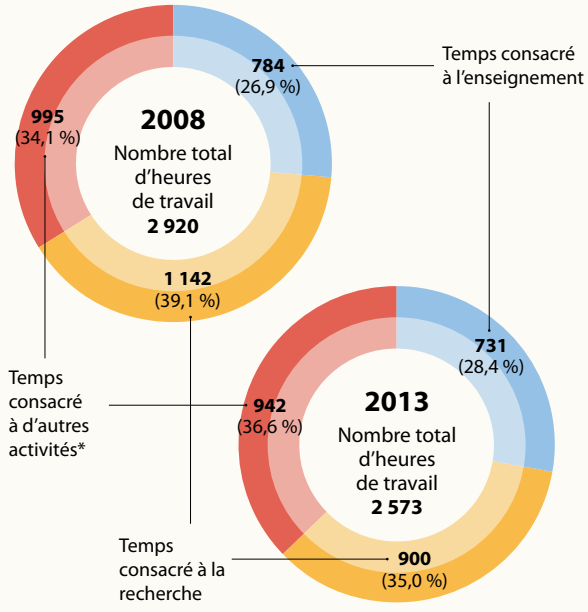
Figure 24.5 : **Part des chercheuses au Japon par secteur et employeur, 2013 (%)**



Remarque : Les données relatives au secteur des entreprises ne sont pas disponibles.

Source : Bureau de la statistique (2014) *Enquête sur la recherche et développement.*

Figure 24.6 : **Ventilation des heures de travail des chercheurs universitaires japonais, 2008 et 2013**



* Temps consacré aux tâches administratives universitaires, à des services à la société tels que des activités cliniques, etc.

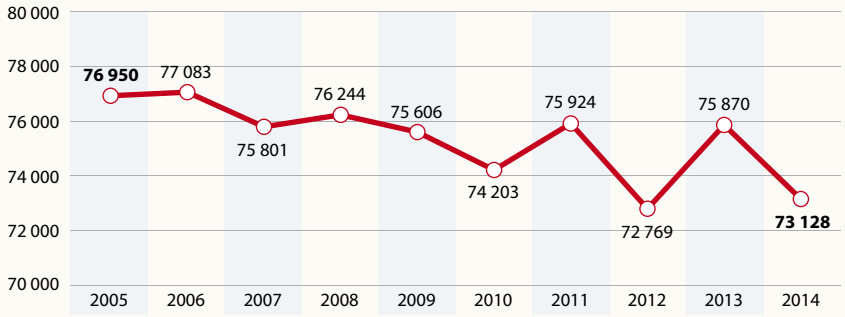
Source : MEXT (2009, 2014d) *Enquête sur les données relatives aux chercheurs en équivalent temps plein dans les institutions d'enseignement supérieur.*

Figure 24.7 : **Tendances en matière de publications scientifiques au Japon, 2005-2014**

Le nombre de publications japonaises est en baisse depuis 2005

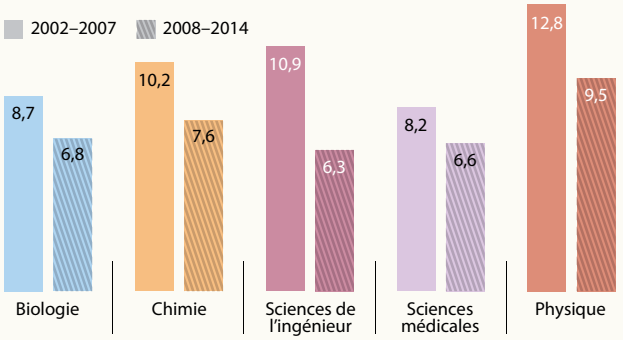
606
Nombre de publications par million d'habitants en 2005

576
Nombre de publications par million d'habitants en 2014



La part du Japon dans les publications scientifiques mondiales est en baisse depuis 2005

Part mondiale des publications japonaises par discipline (%)

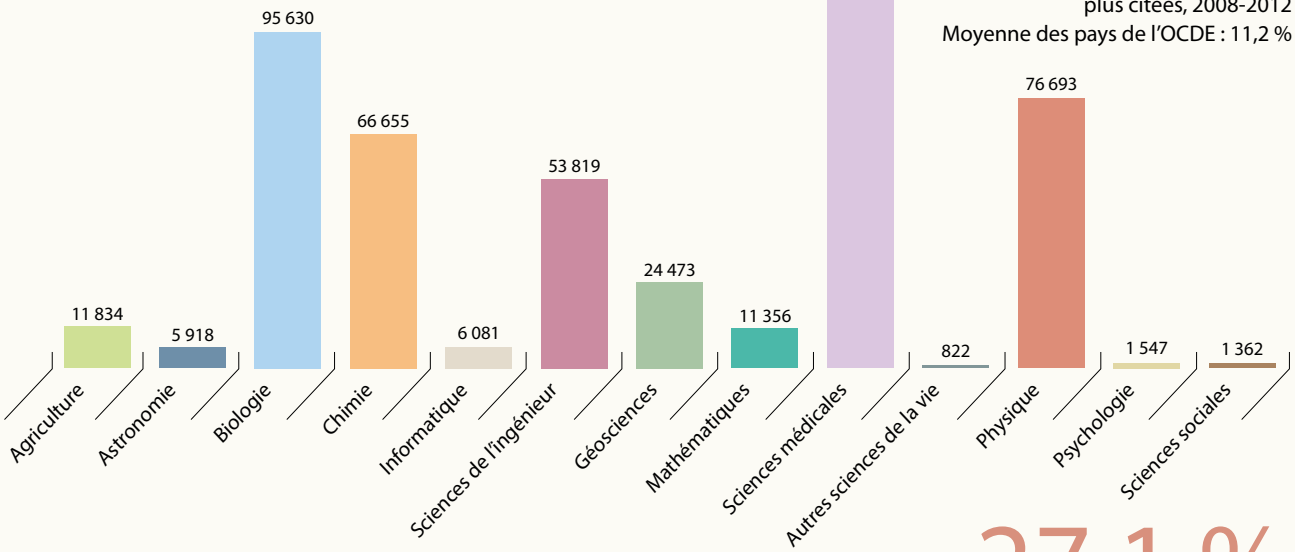


0,88
Taux moyen de citation des publications japonaises, 2008-2012
Moyenne des pays de l'OCDE : 1,08

7,8 %
Pourcentage de publications japonaises dans les 10 % les plus citées, 2008-2012
Moyenne des pays de l'OCDE : 11,2 %

La majorité des publications japonaises relève des sciences de la vie

Totaux cumulés par discipline, 2008-2014



Remarque : Les 45 647 articles non indexés sont exclus des totaux.

27,1 %
Pourcentage d'articles japonais ayant au moins un coauteur étranger, 2008-2014. Moyenne des pays de l'OCDE : 29,0 %

Les principaux partenaires du Japon sont les États-Unis et la Chine

Principaux partenaires étrangers, 2008-2014 (nombre de publications)

	1er partenaire	2e partenaire	3e partenaire	4e partenaire	5e partenaire
Japon	États-Unis (50 506)	Chine (26 053)	Allemagne (15 943)	Royaume-Uni (14 796)	Corée, Rép. de (12 108)

Source : Plate-forme de recherche Web of Science de Thomson Reuters, Science Citation Index Expanded, traitement des données par Science-Metrix, novembre 2014. Pour la part du Japon dans les publications mondiales : NISTEP (2009, 2014) *Indicateurs de la science et de la technologie.*

Encadré 24.2 : **Pourquoi le nombre de lauréats japonais de prix Nobel augmente-t-il depuis 2000 ?**

Chaque année, les Japonais attendent avec impatience l'annonce des lauréats des prix Nobel par la Suède. Le choix de scientifiques japonais déclenche l'enthousiasme des médias et de l'opinion publique.

Entre 1901 et 1999, le public a dû se montrer extrêmement patient : seuls cinq scientifiques japonais se sont vu décerner la prestigieuse récompense au cours de cette période. En revanche, depuis 2000, 16 chercheurs japonais ont été lauréats, dont deux ont opté pour la nationalité américaine.

Cette situation ne témoigne cependant pas d'une soudaine amélioration de l'environnement de la recherche au Japon puisque l'essentiel de leurs travaux est antérieur aux années 1980. Le financement public et privé de la R&D a néanmoins fait la différence dans certains cas. Ainsi, les travaux de Shinya Yamanaka dans les années 2000 ont été amplement financés par la Société japonaise pour la promotion de la science et l'Agence japonaise pour la science et la technologie. Yamanaka a reçu le prix Nobel de physiologie ou médecine 2012 pour sa découverte des cellules souches pluripotentes induites. Quant à Shuji Nakamura (prix Nobel de physique 2014), il a inventé dans les années 1990 des diodes luminescentes (LED) bleues grâce au généreux appui de son entreprise, Nichia Corporation.

Quels autres facteurs expliquent cette augmentation du nombre de lauréats japonais de prix Nobel ? Il semblerait que les critères d'attribution aient récemment changé. Bien que le processus de sélection demeure secret, l'impact social de la recherche semble avoir pris de l'importance ces dernières années. En dehors des trois physiciens (Yoichiro Nambu, Toshihide Maskawa et Makoto Kobayashi) lauréats du prix Nobel de physique en 2008 pour leurs travaux purement théoriques sur la physique des particules, les huit prix Nobel décernés à des scientifiques japonais depuis 2010 récompensent des découvertes qui ont exercé un impact démontrable sur la société.

Le fait que le Comité Nobel reconnaisse davantage l'impact social de la recherche pourrait bien refléter le nouvel état d'esprit de la communauté universitaire internationale. La *Déclaration sur la science et l'utilisation du savoir scientifique* et l'*Agenda pour la science – Cadre d'action* issus de la Conférence mondiale sur la science de 1999 a peut-être été le signe annonciateur de cette évolution. Organisée à Budapest (Hongrie) par l'UNESCO et le Conseil international pour la science, la Conférence mondiale sur la science a produit des documents qui insistent explicitement sur l'importance de « la science dans la société et la science pour la société » ainsi que de la « science pour la connaissance ».

Source : Compilé par les auteurs.

culturel du Japon demeure propice à ce type de créativité. Dans le climat actuel, il sera très difficile de réaliser l'objectif du *quatrième Plan fondamental* visant à positionner 100 institutions dans les 50 premières mondiales en termes de citation des publications scientifiques dans des disciplines spécifiques d'ici 2015.

Brevets : viser la qualité plutôt que la quantité

Le nombre de demandes de brevets déposées auprès de l'Office japonais des brevets (OJB) décline depuis 2001. De nombreux facteurs semblent avoir contribué à ce phénomène. Au cours des 10 dernières années, un grand nombre d'entreprises ont préféré limiter le nombre de demandes de brevets et se concentrer sur le dépôt de brevets de qualité, en partie en raison de la forte hausse des frais d'examen facturés par l'OJB depuis 2004. Après la crise mondiale notamment, les entreprises japonaises ne pouvaient plus se permettre de consacrer des sommes aussi importantes qu'auparavant aux demandes de brevets. La tendance à privilégier le dépôt de leurs brevets auprès d'offices étrangers a également atténué l'importance des brevets nationaux. De plus, des années de surévaluation du yen et de rétrécissement du marché japonais ont incité de nombreuses entreprises à déplacer leurs centres de R&D et de fabrication à l'étranger. Ces dernières ont de ce fait désormais moins tendance à déposer un grand nombre de leurs brevets au Japon (figure 24.8).

Figure 24.8 : **Production des industriels japonais délocalisée à l'étranger, 2000-2012**



Source : Bureau du Conseil des ministres *(2008–2013) Enquête annuelle sur le comportement des entreprises.*

Tableau 24.4 : **Activités relatives aux brevets au Japon, 2008 et 2013**

	Demandes de brevets	Brevets acceptés	Durée de l'examen (mois)	Demandes internationales au titre du PCT
2008	391 002	159 961	29	28 027
2013	328 436	260 046	11	43 075

PCT = Traité de coopération en matière de brevets.

Source : Office japonais des brevets (2013, 2014) *Annual Report of Patent Administration.*

L'OJB souhaitait en fait la baisse du nombre des demandes de brevets au Japon afin de résoudre un problème chronique de longueur des délais d'attente pour leur examen. Mis en place en 2004, le premier Programme de promotion de la propriété intellectuelle visait à réduire le temps d'attente de 26 à 11 mois d'ici 2013. L'OJB a encouragé les entreprises privées à ne déposer de demandes que pour leurs meilleurs candidats. Il a également augmenté le nombre d'examinateurs de 50 %, principalement grâce au recrutement massif d'agents sous contrat à durée déterminée, et en a amélioré la productivité. Au final, l'OJB a atteint son objectif juste à temps (tableau 24.4).

La baisse du nombre de demandes de brevets est peut-être également symptomatique de l'essoufflement des capacités d'innovation du Japon. Comme les statistiques relatives aux brevets tiennent compte de multiples facteurs, leur validité en tant qu'indicateurs de la R&D semble moins évidente que par le passé. Dans un monde toujours plus mondialisé, le sens même du système national de brevets est en train de changer.

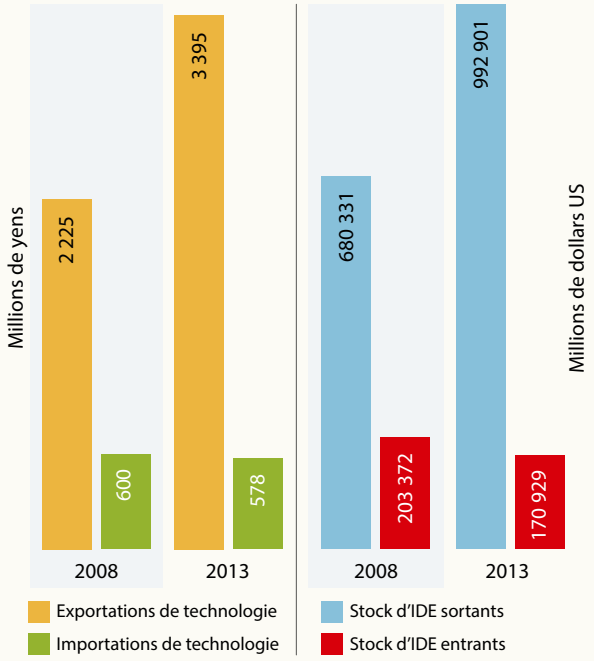
TENDANCES EN MATIÈRE DE PRÉSENCE INTERNATIONALE

Maintien de la position de force technologique mais déclin de la compétitivité

Depuis quelques années, la relation économique du Japon avec le reste du monde a fondamentalement changé. En 2011, pour la première fois depuis 1980, le pays enregistrait un déficit commercial en partie imputable à la conjugaison de deux facteurs : baisse des exportations et hausse des importations de pétrole et de gaz naturel après la triple catastrophe de 2011 dans la région de Tohoku et l'arrêt subséquent de toutes les centrales nucléaires. Néanmoins, le déficit commercial, loin de s'avérer temporaire, est devenu chronique en raison de la faible compétitivité des entreprises japonaises sur le marché international, du transfert de leurs unités de production à l'étranger et des prix élevés du pétrole et d'autres ressources naturelles. Bien que le compte courant du Japon demeure positif, le tissu industriel du pays n'est plus aussi compétitif que par le passé.

En revanche, la position de force technologique du pays ne s'est pas affaiblie. Par exemple, les exportations de produits technologiques ont progressé de plus de 53 % entre 2008 et 2013, alors que leurs importations demeuraient quasiment constantes sur la même période. Le stock d'IDE sortants du Japon a augmenté de 46 % alors que celui des IDE entrants a chuté

Figure 24.9 : **Échanges commerciaux de produits technologiques et stock d'IDE du Japon, 2008 et 2013**



Source : Bureau de la statistique (2014) ; CNUCED (2009, 2014), *Rapport sur l'investissement dans le monde.*

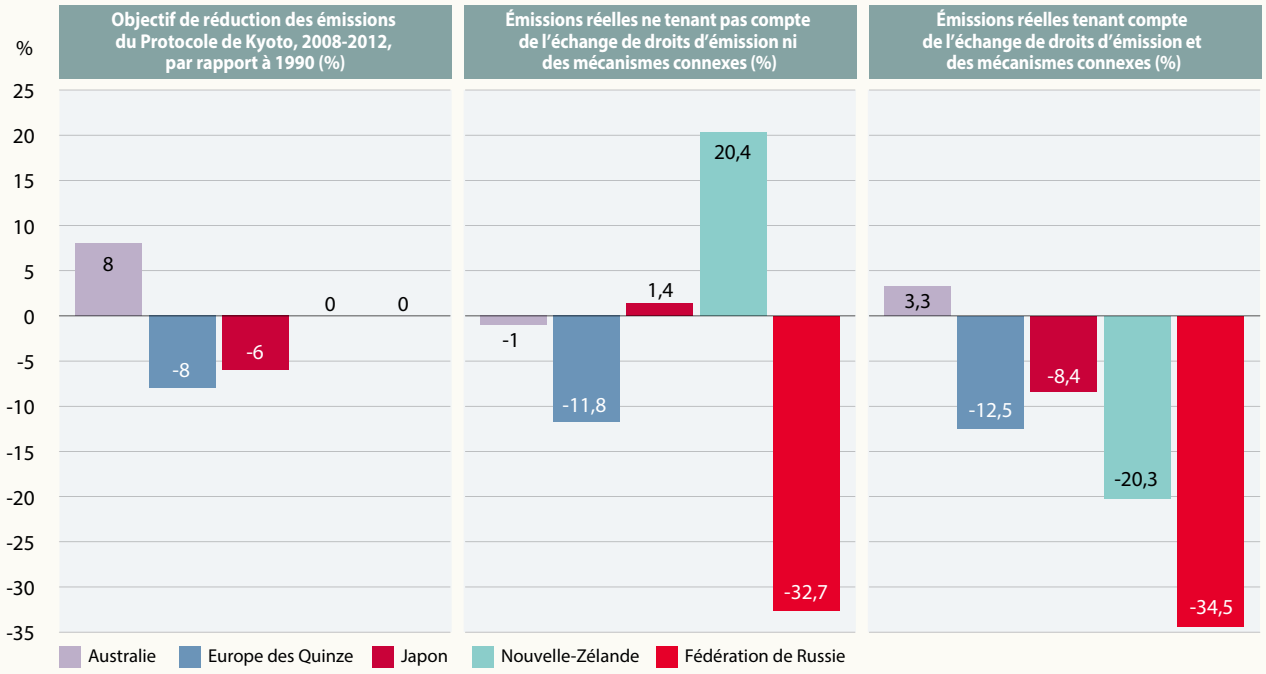
de 16 %. Le transfert des technologies et des investissements japonais à l'étranger s'est donc accéléré. La faiblesse persistante des flux d'IDE entrants par rapport à d'autres pays devient néanmoins préoccupante car elle signifie que le Japon ne parvient pas à attirer les entreprises et les investisseurs étrangers. Le gouvernement japonais considère les flux d'IDE entrants globalement bénéfiques parce qu'ils créent des emplois et dynamisent la productivité, mais aussi parce qu'ils favorisent l'innovation libre et redynamisent l'économie régionale affaiblie par le dépeuplement et le vieillissement de la population.

Mesures incitatives visant à attirer les IDE

Le gouvernement japonais a récemment pris des mesures pour stimuler les flux d'IDE entrants (figure 24.9). Afin d'inciter les grandes entreprises à relocaliser leurs centres de R&D et leurs filiales asiatiques au Japon, une loi votée en novembre 2012 leur assurait divers privilèges, dont une réduction de l'impôt sur les sociétés. Quelques mois plus tard, en juin 2013, la stratégie de revitalisation du cabinet du Premier Ministre Abe, *Le Japon est de retour*, fixait l'objectif de doubler les flux d'IDE entrants d'ici 2020. À cette fin, le gouvernement a défini six Zones stratégiques nationales spéciales qui devraient devenir des centres internationaux de commerce et d'innovation grâce à la déréglementation. Ces mesures laissent à penser que le Japon craint de devenir une destination moins attractive pour les entreprises et les investisseurs que d'autres pays asiatiques.

Heureusement, l'environnement actuel est propice aux affaires. La récente dépréciation draconienne du yen a incité de nombreux industriels japonais à rapatrier leurs usines au Japon, ce qui a entraîné une hausse régulière des emplois. La baisse du prix du pétrole et du taux de l'impôt sur les sociétés les a également

Figure 24.10 : **Progrès accomplis par le Japon concernant la réalisation des objectifs du Protocole de Kyoto, 2012**
Les données des autres pays sont indiquées à titre de comparaison



Source : Bureau de l'inventaire des gaz à effet de serre du Japon, Institut national d'études environnementales.

encouragés à « rentrer au pays ». Il est impossible de prédire combien de temps ces conditions favorables perdureront, mais certaines grandes entreprises japonaises semblent être en train de réévaluer les atouts économiques de leur pays, à savoir la stabilité sociale, la fiabilité des infrastructures de production et une main-d'œuvre qualifiée.

Engagement en faveur des objectifs internationaux

Si le Japon vise la compétitivité, il est également activement engagé dans le programme international de développement durable. Dans le cadre du *Protocole de Kyoto* de 1997, le pays a accepté de réduire ses émissions de gaz à effet de serre de 6 % entre 2008 et 2012 par rapport aux niveaux de 1990. Compte tenu du commerce des émissions et des mécanismes connexes, il a atteint cet objectif (figure 24.10). Paradoxalement, ce sont les dégâts économiques de la crise financière mondiale qui l'ont aidé à réaliser cette performance. Il est néanmoins réticent à participer à un quelconque nouveau programme tant que des producteurs majeurs d'émissions comme la Chine, les États-Unis et l'Inde ne seront pas soumis à des obligations substantielles[7]. De fait, les entreprises japonaises, qui considéraient le Japon comme un faible émetteur dès les années 1990 et pensaient qu'il lui serait plus difficile d'atteindre le même objectif que d'autres pays, ont mal accueilli le *Protocole de Kyoto*.

Plus récemment, le Japon a participé activement à l'établissement des nouveaux cadres mondiaux de développement durable. Le pays est un membre actif du Belmont Forum, une association d'agences de financement créée en 2009 et ayant pour mission de soutenir la recherche sur les changements environnementaux. Il est également l'un des instigateurs de l'ambitieuse initiative Future Earth instaurée en 2015, qui regroupe plusieurs cadres mondiaux de recherche sur les changements environnementaux planétaires et devrait durer 10 ans. Le Japon a également accueilli la 10e Conférence des parties de la Convention sur la diversité biologique en octobre 2010. Le *Protocole de Nagoya* adopté à cette occasion fixe le cadre juridique du partage juste et équitable des bénéfices découlant de l'utilisation des ressources génétiques. La Conférence a également adopté les 20 *objectifs d'Aichi pour la biodiversité* que la communauté mondiale devra réaliser entre 2015 et 2020. Afin de s'aligner sur ces accords internationaux, le gouvernement japonais a révisé en 2012 sa propre *Stratégie nationale en matière de biodiversité,* à laquelle il a ajouté des objectifs détaillés, des plans d'action et des indicateurs aux fins d'évaluation[8].

La proactivité du Japon en matière de participation internationale se fonde sur sa vision de la diplomatie scientifique. Il considère en effet que sa participation à des programmes scientifiques et technologiques coopératifs renforce ses relations diplomatiques et va donc dans le sens de l'intérêt national. En 2008, le MEXT et le Ministère des affaires étrangères ont lancé un programme commun de Partenariat de recherche scientifique et technologique pour le développement durable (SATREPS) avec des pays en développement. Les projets de recherche collaboratifs entrant dans ce cadre abordent divers problèmes relevant de domaines aussi divers que l'environnement, l'énergie, les catastrophes naturelles et les maladies infectieuses.

7. Le *Protocole de Kyoto*, que les États-Unis n'ont pas signé, ne fixait pas d'objectifs spécifiques à la Chine et à l'Inde.

8. La loi fondamentale sur la biodiversité (2008) et la loi sur la promotion de la coopération régionale pour la biodiversité (2010) constituent le cadre juridique du Japon dans ce domaine.

CONCLUSION

Des politiques visionnaires et un changement d'état d'esprit s'imposent

Depuis 2010, le Japon est soumis à l'effet cumulé de plusieurs tendances négatives : quasi-stagnation du financement public et privé de la R&D, baisse du nombre de doctorants et déclin du nombre de publications scientifiques. Ces tendances résultent d'un contexte socioéconomique caractérisé par le vieillissement de la population, la baisse de la natalité, le manque de dynamisme de la croissance économique et le gonflement de la dette publique.

Pendant la même période, la science et la technologie japonaises ont également subi de plein fouet les répercussions de la tragédie nationale qu'a constitué le tremblement de terre de 2011 dans l'est du pays. L'histoire retiendra également d'autres éléments : le retour aux affaires du Parti libéral-démocrate en décembre 2012, rapidement suivi de la mise en œuvre de la vision économique du Premier Ministre Abe et de la polémique autour des cellules STAP en 2014, qui a ébranlé la sphère scientifique nationale et éveillé la méfiance du grand public envers la science.

Les événements récents et les tendances macroéconomiques ont engendré des défis fondamentaux pour les secteurs de l'université, du gouvernement et de l'industrie. La réforme des universités constitue un problème central depuis quelque temps déjà. Elle comporte de multiples facettes, dont la consolidation et la fusion des établissements du fait de la diminution du nombre de jeunes, l'accent sur l'internationalisation et la promotion des chercheuses, mais aussi le resserrement des liens avec l'industrie, l'assainissement de l'environnement de recherche et l'amélioration des perspectives de carrière des jeunes chercheurs. L'amélioration de la visibilité des universités japonaises sur la scène mondiale constitue l'un de ses objectifs globaux. Le plus difficile pour les universités japonaises sera peut-être de mener toutes ces réformes avec un budget ordinaire de plus en plus restreint. Leur utilisation des fonds publics devra mettre fortement l'accent sur la rentabilité. Il sera important que le gouvernement collabore avec les universités et l'industrie pour assurer l'emploi le plus efficace possible des deniers publics versés aux universités.

En avril 2016, le *cinquième Plan fondamental pour la science et la technologie* entrera en vigueur en même temps que débutera la troisième période de planification de six ans pour les universités nationales. À cette occasion, la réforme en cours du secteur universitaire et de ses systèmes de financement devra passer à la vitesse supérieure pour qu'à terme la productivité de la recherche augmente et que l'enseignement universitaire se diversifie et s'internationalise. Le monde universitaire devra quant à lui communiquer sa vision de l'université du futur et renforcer ses mécanismes de gouvernance internes.

Comme le gouvernement, il aura à relever un autre défi majeur : reconquérir la confiance du grand public. Les statistiques officielles montrent que la triple catastrophe de 2011 a ébranlé la confiance du public non seulement dans la technologie nucléaire mais aussi dans la science et la technologie en général. et le gouvernement ne devront pas se contenter de prendre des mesures pour prévenir la fraude scientifique mais devront également réfléchir aux aspects systémiques du problème tels que la concentration excessive du financement de la R&D entre les mains d'une poignée d'institutions ou de laboratoires, la chute vertigineuse du financement ordinaire et du nombre de postes de recherche à durée indéterminée ainsi que l'évaluation des chercheurs sur la base de leur performance à court terme.

Les universitaires japonais devront également se montrer à la hauteur des attentes croissantes de la société. La recherche universitaire devra produire d'excellents résultats, mais aussi former des diplômés de qualité capables d'exercer des fonctions dirigeantes dans un environnement mondialisé, incertain et en rapide évolution. Les universités japonaises devront également collaborer étroitement avec l'industrie pour générer des avantages sociaux et économiques aux niveaux local, national, régional et international. À cet égard, les instituts de R&D publics tels que le RIKEN et l'AIST joueront un rôle particulièrement important car ils pourront servir d'espace d'interaction entre les parties prenantes issues du monde universitaire, de l'industrie et d'autres secteurs. La nouvelle Agence japonaise pour la recherche-développement dans le domaine médical, créée en avril 2015 sur le modèle des Instituts nationaux de la santé américains, est l'instrument chargé de promouvoir la vision de l'industrie médicale japonaise du Premier Ministre Abe.

L'industrie est, elle aussi, confrontée à ses propres défis. En 2014, la vision économique du Premier Ministre Abe et d'autres facteurs tels que le redressement des économies étrangères ont aidé les grandes entreprises japonaises à se relever au lendemain de la crise mondiale mais leur santé financière continue à dépendre, dans une large mesure, du cours relativement élevé de leurs actions. Les effets de ces dernières années sur la confiance des investisseurs continuent à se manifester à travers la réticence des entreprises japonaises à hausser leurs dépenses de R&D ou les salaires de leur personnel et leur aversion à prendre les risques nécessaires pour relancer la croissance. Cette attitude n'assurera pas la bonne santé à long terme de l'économie japonaise puisque les effets positifs de la vision économique du Premier Ministre ne dureront pas éternellement.

L'une des orientations qui s'offrent à l'industrie japonaise pourrait être de concevoir des stratégies macroéconomiques autour des concepts fondamentaux proposés par le gouvernement dans sa *Stratégie globale en matière de STI* : « approches intelligentes », « systématisation » et « mondialisation ». La compétitivité à l'international des fabricants japonais de produits demeure problématique. L'industrie japonaise peut toutefois utiliser sa position de force technologique pour répondre à la demande mondiale d'innovations basées sur les réseaux et des solutions systèmes soutenues par les TIC. Des domaines comme la santé, le développement urbain, la mobilité, l'énergie, l'agriculture et la prévention des catastrophes offrent aux entreprises innovantes de multiples opportunités de fournir de systèmes hautement intégrés et axés sur les services. L'industrie japonaise devrait conjuguer ses points forts traditionnels à une vision tournée vers l'avenir. Une approche de ce type pourrait être

adoptée à l'occasion de la préparation des Jeux olympiques et paralympiques de Tokyo de 2020. Dans cette optique, le gouvernement japonais est en train de promouvoir la STI par le biais de subventions et d'autres programmes dans de nombreux domaines, dont l'environnement, les infrastructures, la mobilité, les TIC et la robotique à grand renfort de mots clés tels que « durable », « sûr », « facile à utiliser par les seniors et les personnes handicapées », « accueillant » et « passionnant ».

Une autre possibilité serait de promouvoir des secteurs d'activité créatifs dans des domaines tels que les contenus numériques, les services en ligne, le tourisme et la cuisine japonaise. Le Ministère de l'économie, du commerce et de l'industrie (METI) promeut depuis plusieurs années maintenant la Cool Japan Initiative, qui a débouché sur la promulgation d'une loi portant création du Cool Japan Fund Inc. en novembre 2013, et qui a pour mission d'aider les secteurs d'activité créatifs japonais à se faire connaître à l'étranger. Ce type d'initiative pourrait être plus étroitement intégré à la politique globale du Japon en matière de STI.

L'économie japonaise est en mauvaise posture depuis maintenant près de 25 ans. Pendant cette longue période de ralentissement économique, l'industrie, les universités et le gouvernement ont engagé des réformes. De nombreuses entreprises des secteurs de l'électricité, de l'acier et des produits pharmaceutiques ainsi que des institutions financières ont fusionné et se sont restructurées. Les universités nationales et les instituts de recherche nationaux ont été semi-privatisés. Et les ministères ont subi une profonde réorganisation. Ces réformes ont indubitablement renforcé le socle de la R&D dans l'industrie, l'université et les instances publiques. Le Japon devrait désormais accorder sa confiance à son système national d'innovation. Il devrait adopter des politiques visionnaires et avoir le courage de mener les réformes qui lui permettront de s'adapter à l'évolution du contexte international.

OBJECTIFS PRINCIPAUX DU JAPON

- Passer le ratio DIRD/PIB à 4 % minimum d'ici 2020 ;
- Hausser les dépenses publiques de R&D à 1 % minimum du PIB d'ici 2015 ;
- Hisser 100 institutions parmi les 50 meilleures mondiales en termes de citations dans les publications de disciplines scientifiques spécifiques d'ici 2015 ;
- Passer la part des femmes occupant des postes à responsabilités dans les secteurs public et privé à 30 % d'ici 2020 ;
- Parvenir d'ici 2015 à 20 % de chercheuses dans les disciplines scientifiques, 15 % dans le secteur de l'ingénierie et 30 % dans la recherche agronomique, médicale, dentaire et pharmaceutique ;
- Attirer 300 000 étudiants étrangers d'ici 2020 ;
- Doubler les flux d'IDE entrants (171 milliards de dollars des É.-U. en 2013) d'ici 2020.

RÉFÉRENCES

Bureau de la statistique (2014) *Survey of Research and Development*. Ministère de l'intérieur et de la communication : Tokyo.

Conseil scientifique du Japon (2013) *Statement: Code of Conduct for Scientists. Revised Edition*. Tokyo.

Gouvernement du Japon (2014) *Comprehensive Strategy on STI*. Tokyo.

Gouvernement du Japon (2011) *Fourth Basic Plan for Science and Technology*. Tokyo.

METI (2014) *White Paper on Manufacturing*. Ministère de l'économie, du commerce et de l'industrie : Tokyo.

MEXT (2014a) *The Status of University–Industry Collaboration in Universities in Financial Year 2013*. Ministère de l'éducation, de la culture, des sports, de la science et de la technologie : Tokyo.

MEXT (2014b) *School Basic Survey*. Ministère de l'éducation, de la culture, des sports, de la science et de la technologie : Tokyo.

MEXT (2014c) *Statistical Abstract of Education, Science and Culture*. Ministère de l'éducation, de la culture, des sports, de la science et de la technologie : Tokyo.

MEXT (2014d) *White Paper on Science and Technology*. Ministère de l'éducation, de la culture, des sports, de la science et de la technologie : Tokyo.

MEXT (2014e) *Survey on FTE Data for Researchers in Higher Education Institutions*. Ministère de l'éducation, de la culture, des sports, de la science et de la technologie : Tokyo.

NISTEP (2014) *Indicators of Science and Technology*. Ministère de l'éducation, de la culture, des sports, de la science et de la technologie : Tokyo.

Office japonais des brevets (2014) *Annual Report of Patent Administration 2014*. Tokyo.

Yasushi Sato, né en 1972 au Japon, est devenu chercheur au Centre de stratégie pour la recherche et le développement de l'Agence japonaise pour la science et la technologie, après avoir travaillé comme professeur assistant à l'Institut national supérieur d'études politiques à Tokyo. M. Sato est titulaire d'un doctorat en histoire et sociologie des sciences délivré en 2005 par l'Université de Pennsylvanie (États-Unis).

Tateo Arimoto, né en 1948 au Japon, est directeur du programme de politiques de STI au sein de l'Institut national supérieur d'études politiques à Tokyo, où il enseigne depuis 2012. Il est également chercheur principal au Centre de stratégie pour la recherche et le développement de l'Agence japonaise pour la science et la technologie. Ancien directeur général du Bureau des politiques scientifiques et technologiques du Ministère de l'éducation et de la science, il est titulaire depuis 1974 d'une maîtrise en chimie physique de l'Université de Kyoto.

Le gouvernement a décidé de faire face au contexte [mondial] de plus en plus compétitif en augmentant ses investissements dans la recherche et le développement, en renforçant le secteur manufacturier et en développant de nouvelles industries créatives.

Deok Soon Yim et **Jaewon Lee**



Le District international des affaires de Songdo est une cité nouvelle intelligente bâtie sur 600 ha de terrain gagné sur la mer à Incheon, à 65 km de Séoul. Relié à l'aéroport international d'Incheon par un pont de 12 km de long, il fait partie de la Zone franche d'Incheon.

Photo : © CJ Nattanai/Shutterstock.com

25. République de Corée

Deok Soon Yim et Jaewon Lee

INTRODUCTION

La nécessité d'un nouveau modèle de développement

La République de Corée[1] est devenue une référence en matière de réussite économique. Entre 1970 et 2013, le PIB par habitant s'est élevé de 255 à 25 976 dollars des États-Unis, aiguillonné par de solides capacités manufacturières et industrielles qui ont valu au pays de devenir l'un des « tigres » économiques de l'Asie. L'un des nombreux facteurs ayant contribué à ce succès réside dans l'attachement national aux progrès technologiques et à la formation d'une main-d'œuvre éduquée et qualifiée. Aujourd'hui, la République de Corée est le seul pays qui, autrefois un important bénéficiaire de l'aide étrangère, en soit devenu un important donateur.

L'État reconnaît toutefois que cette croissance économique remarquable n'est plus durable. La concurrence fait rage avec la Chine et le Japon, les exportations baissent et la demande mondiale de croissance verte a modifié les équilibres. De plus, le vieillissement rapide de la population et le déclin de la natalité menacent le développement économique à long terme de la Corée (tableau 25.1). Les ménages à revenu intermédiaire peinent à joindre les deux bouts compte tenu de la stagnation des salaires, et des signes manifestes de détresse sociale apparaissent : d'après l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE), le taux de divorce coréen a doublé en quelques années, et le taux de suicide est l'un des plus élevés parmi les pays membres de l'OCDE. L'heure est venue d'adopter un nouveau modèle de développement.

L'économie créative, nouvelle priorité

Dans ce contexte, les autorités ont essayé de définir une nouvelle voie en développant des technologies plus compétitives. Sous l'administration du Président Lee Myung-bak (2008-2013), le gouvernement s'est lancé dans une grande campagne en faveur d'une croissance verte portée par des technologies à faible émission de carbone, ainsi que l'indiquait le *Rapport de l'UNESCO sur la science 2010*. L'administration Lee voulait atteindre un investissement dans la recherche et développement (R&D) de 5 % du PIB en 2012, et a renforcé le ministère responsable de la science et de la technologie en déléguant la charge du budget et de la coordination au Conseil scientifique et technologique national (NSTC).

L'administration de l'actuelle Présidente Park Geun-hye met l'accent sur l'« économie créative » pour tenter de redynamiser le secteur manufacturier par l'émergence de nouvelles industries créatives.

TENDANCES EN MATIÈRE DE GOUVERNANCE DE LA STI

Convergence de la science et de la culture, fusion de la culture et de l'industrie

Dans son discours d'investiture en février 2013, la Présidente Park Geun-hye a évoqué « une nouvelle ère d'espoir et de bonheur ». Elle a établi cinq objectifs administratifs pour son gouvernement : une économie créative centrée sur l'emploi ; des emplois et une protection sociale sur mesure ; une éducation orientée vers la créativité et l'enrichissement culturel ; une société sûre et unie ; et des mesures de sécurité rigoureuses pour assurer une paix durable dans la péninsule coréenne. Elle a proposé une nouvelle vision du développement national, défini comme « la convergence de la science et de la technologie avec l'industrie, la fusion de la culture avec l'industrie et l'épanouissement de la créativité dans les domaines frontière qui étaient autrefois semés d'embûches ».

Cette nouvelle vision entend transformer le modèle économique coréen en renforçant sa dépendance envers la science, la technologie et l'innovation (STI), qui a si bien réussi au pays par le passé. La vision de la Présidente s'inscrit dans le

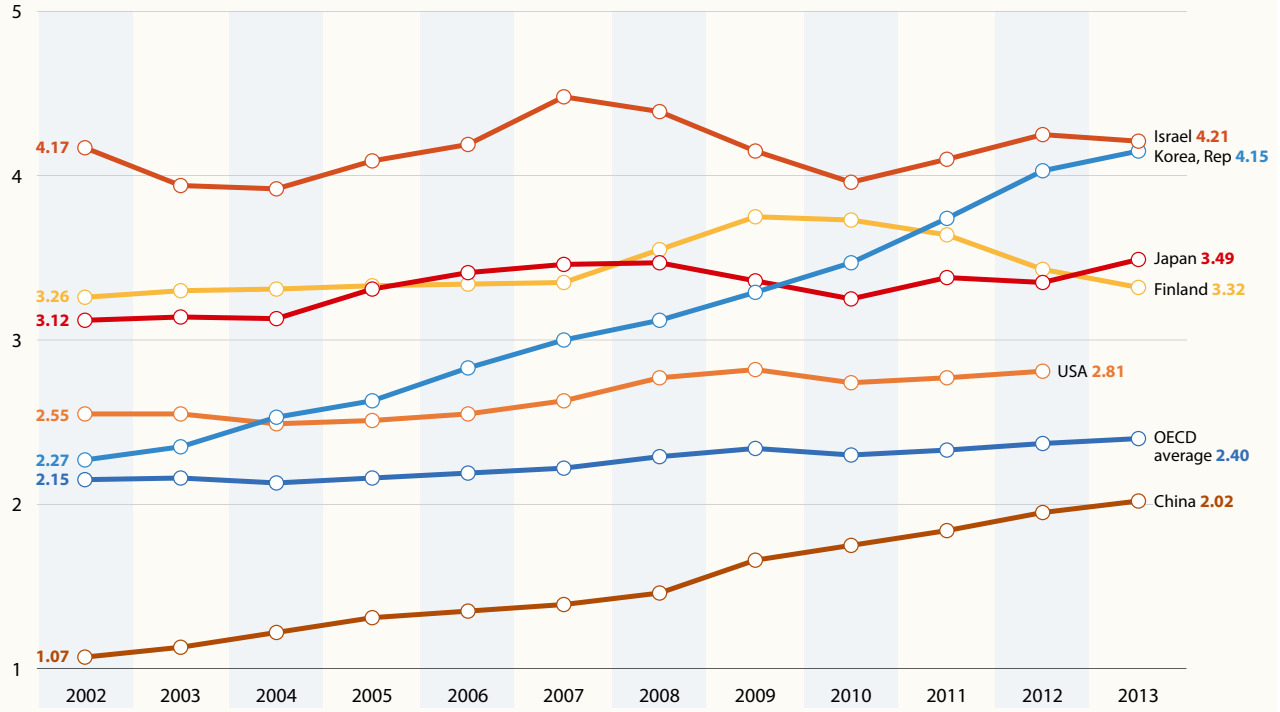
1. Le présent chapitre traite uniquement de la République de Corée. Les références à la forme abrégée « Corée » désignent donc exclusivement la République de Corée.

Tableau 25.1 : **Tendances socio-économiques en République de Corée, 2008-2013**

	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Population (en milliers)	48 948	49 182	49 410	49 779	50 004	50 219
Croissance de la population (%)	0,62	0,62	0,60	0,57	0,55	0,53
PIB (en millions de dollars É.-U. courants)	1 002 216	901 934	1 094 499	1 202 463	1 222 807	1 304 553
PIB par habitant (en dollars É.-U. courants)	20 474	18 338	22 151	24 155	24 453	25 976
Croissance du PIB (%)	2,82	0,70	6,49	3,68	2,29	2,97
Espérance de vie à la naissance (en années)	79,8	80,3	80,6	81,0	81,4	–
Inflation, prix à la consommation (%)	4,67	2,76	2,96	4,00	2,20	1,31
Chômage (% de la population active)	3,20	3,60	3,70	3,40	3,20	3,1

Source : Banque mondiale, *Indicateurs du développement dans le monde*, consultés en mars 2015.

Figure 25.1 : **Progression du ratio DIRD/PIB en République de Corée, 2002-2013 (%)**
Les données des autres régions et pays sont indiquées à titre de comparaison



Source : OCDE (2015), *Principaux indicateurs de la science et de la technologie.*

prolongement de celle de son prédécesseur, qui était parvenu à établir les dépenses intérieures brutes de R&D (DIRD) à 4,15 % du PIB en 2013, soit le meilleur niveau d'engagement au monde derrière celui d'Israël (figure 25.1). Cette montée en flèche a été principalement rendue possible par la forte progression de la R&D industrielle.

Au moment de fixer l'objectif de 5 % pour le ratio DIRD/PIB en 2008, des voix s'étaient élevées contre l'insistance du gouvernement à privilégier la recherche industrielle et l'innovation. Certains analystes soulignaient la nécessité de mettre davantage l'accent sur la recherche fondamentale et sur l'amélioration de la qualité et des résultats de la recherche scientifique, afin de parvenir à une plus grande reconnaissance internationale. L'administration du Président Lee avait en son temps adopté des mesures variées en ce sens, notamment le *Deuxième plan de base pour la science et la technologie 2008-2013* et la *Politique pour une croissance verte sobre en carbone*.

D'importantes dépenses pour une croissance verte sobre en carbone

Le *Deuxième plan de base pour la science et la technologie 2008-2013* est devenu célèbre sous le nom d'Initiative 5-7-7, en référence aux objectifs qu'il proposait : un ratio DIRD/PIB de 5 % d'ici 2012, les 7 domaines prioritaires du gouvernement et les 7 domaines d'action associés (Ministère de l'éducation, de la science et de la technologie [MEST], 2011). Le premier objectif n'avait pas été tout à fait atteint en 2012.

Entre 2008 et 2011, le gouvernement a investi 23 720 milliards de won sud-coréens (KRW, soit 28,1 milliards de dollars É.-U.) dans les sept domaines prioritaires suivants :

- Promotion d'industries clés, telles que l'automobile, le transport maritime et les semi-conducteurs (2 060 milliards de KRW) ;
- Technologies fondamentales pour le développement de nouvelles industries (3 470 milliards de KRW) ;
- Industries des services fondés sur le savoir (640 milliards de KRW) ;
- Technologies administrées par l'État, telles que l'aérospatiale, la défense et le nucléaire (9 080 milliards de KRW) ;
- Domaines axés sur des problématiques particulières, telles que les nouvelles maladies et les nanoappareils (3 530 milliards de KRW) ;
- Enjeux mondiaux, tels que les énergies renouvelables et le changement climatique (3 780 milliards de KRW) ;
- Technologies de base et convergentes, telles que les robots intelligents et les biopuces (1 160 milliards de KRW).

Les sept domaines d'action sont :

- Encourager les étudiants et les chercheurs de talent ;
- Promouvoir la recherche fondamentale ;

- Soutenir les PME pour encourager l'innovation technologique ;
- Renforcer la coopération internationale en matière de mise au point de technologies stratégiques ;
- Encourager l'innovation technologique régionale ;
- Consolider le socle national de la S&T[2] ;
- Diffuser une culture scientifique.

L'Initiative 5-7-7 a obtenu des résultats impressionnants (MEST, 2011) :

- Les publications recensées dans des revues internationales se sont multipliées, passant de 33 000 en 2009 à 40 000 en 2012, dépassant l'objectif fixé à 35 000.
- Le nombre d'étudiants bénéficiaires de bourses est passé de 46 000 en 2007 à 110 000 en 2011.
- Le nombre de chercheurs s'est élevé de 236 000 en 2008 à 289 000 en 2011, soit 59 chercheurs pour 10 000 habitants. Cela suppose néanmoins que l'objectif de 100 chercheurs pour 10 000 habitants ne sera pas atteint en 2012.
- Le pays a grimpé en flèche dans le classement de l'environnement entrepreneurial des pays, établi par la Banque mondiale, se hissant de la 126e place en 2008 à la 24e en 2012.
- Les DIRD sont passées de 3 % à 4 % du PIB entre 2007 et 2012 (figure 25.1), essentiellement stimulées par le secteur des entreprises.
- Le nombre d'abonnés au Service national d'information sur la science et la technologie, une base de données statistiques en ligne sur la S&T, a explosé, passant de 17 000 en 2008 à 107 000 en 2010. Le gouvernement a également introduit des méthodes plus transparentes d'évaluation de la S&T, s'appuyant notamment sur de meilleurs indicateurs, plus axés sur le contrôle de la qualité.

Dans le cadre de sa *Politique pour une croissance verte sobre en carbone* (2008), le gouvernement a créé en 2009 une *Mesure composite de la R&D relative aux technologies vertes*. Celle-ci propose une série de stratégies de développement et d'objectifs d'investissement, notamment celui de doubler les investissements publics dans les technologies vertes entre 2008 et 2012, pour atteindre 2 000 milliards de KRW. Cet objectif a été dépassé dès 2011, avec des investissements à hauteur de 2 500 milliards de KRW. Au total, le gouvernement a investi 9 000 milliards de KRW (environ 10,5 milliards de dollars É.-U.) dans les technologies vertes entre 2009 et 2012.

2. Il s'agit d'augmenter le nombre d'installations nationales de R&D et de mettre en place un système de coordination afin d'assurer le bon fonctionnement de ces structures, intégrant une base de données en ligne sur la S&T, en plus des activités visant à faciliter la coopération entre les universités et les industries.

La politique de croissance verte a été institutionnalisée dans les nouveaux *Plans quinquennaux pour une croissance verte*, dont la première édition couvrait la période 2009-2013. Afin de soutenir à la fois la recherche fondamentale et le progrès technologique dans ce domaine, le gouvernement a mis en place un *Plan pour le piégeage et le stockage du dioxyde de carbone au niveau national* en 2010. Il s'agit d'une technologie visant à piéger les émissions de CO_2 à grande échelle, par exemple dans les centrales électriques, et à stocker le carbone sous terre, dans des mines désaffectées, par exemple. Le gouvernement projette de commercialiser cette technologie d'ici 2020. Au total, les investissements dans les technologies vertes réalisés par les 30 plus grandes entreprises privées représentaient 22 400 milliards de KRW (26,2 milliards de dollars É.-U.) entre 2011 et 2013.

Le gouvernement a également décidé d'accueillir le Fonds vert pour le climat en 2012 et soutenu en 2010 la création de l'Institut mondial de la croissance verte[3], qui collabore avec des partenaires publics et privés dans les pays en développement et les économies émergentes afin de placer la croissance verte au cœur de la planification économique. Établi dans la ville d'Incheon, le Fonds vert pour le climat a vu le jour lors de la Conférence sur le climat de Copenhague (Danemark) en 2009. Il avait alors été décidé de créer un fonds doté d'un budget de 100 milliards de dollars des États-Unis par an jusqu'en 2020 afin d'aider les pays en développement à s'adapter au changement climatique. En novembre 2014, 30 pays réunis à Berlin (Allemagne) se sont engagés à verser un premier acompte de 9,6 milliards de dollars des États-Unis[4].

Le gouvernement a également ouvert le Centre coréen de la technologie verte en 2013. Ce groupe de réflexion financé par l'État coordonne et soutient les politiques nationales de R&D relatives aux technologies vertes, en concertation avec les ministères et les organismes coréens. Le centre œuvre également à la coopération internationale de la République de Corée : il se concentre sur la conception et la diffusion des technologies vertes dans l'optique de créer un nouveau moteur de croissance pour les pays en développement. Les partenaires de la République de Corée dans cette entreprise sont la Banque mondiale, la Commission économique et sociale des Nations Unies pour l'Asie occidentale et le Programme des Nations Unies pour le développement.

Un programme en vue d'une économie créative

Le *troisième Plan de base pour la science et la technologie 2013-2017* est entré en vigueur en 2013, l'année de la prise de fonctions de la Présidente Park. servira de modèle aux 18 ministères coréens pour les années à venir. La principale

3. Le gouvernement Lee avait initialement conçu l'Institut mondial de la croissance verte comme une ONG. Il est devenu un organisme international en 2012, après la signature d'accords avec 18 États. Voir http://gggi.org.

4. Les principales promesses de contribution au Fonds vert pour le climat proviennent des États-Unis (3 milliards de dollars É.-U.), du Japon (1,5 milliard) et de l'Allemagne, de la France et du Royaume-Uni (1 milliard chacun). Certains pays en développement ont présenté des engagements plus modestes, à l'instar de l'Indonésie, du Mexique et de la Mongolie.

Tableau 25.2 : **Objectifs de R&D de la République de Corée pour 2012 et 2017**

		Unité de mesure	Situation en 2007	Situation en 2012	Cible (2012) du *Deuxième plan de base*	Cible (2017) du *Troisième plan de base*
Investissements financiers	DIRD	En milliers de milliards de KRW	31,3	59,30^{+1}	–	–
		En milliards de dollars PPA courants	40,7	68,9^{+1}	–	–
		Pourcentage du PIB	3,00	4,15^{+1}	5,00	5,00
	Dépenses publiques de R&D	En milliers de milliards de KRW	7,8	13,2	92,4 (total pour 2012-2017)	
		Pourcentage du PIB	0,74	0,95^{+1}	1,0	–
	Part de la recherche fondamentale dans le budget public de R&D	Pourcentage	25,3	35,2	35,0	40,0
	Part du soutien aux PME dans le budget public de R&D	Pourcentage	–	12,0^{-2}	–	18,0
	Investissements publics dans les technologies vertes	En milliers de milliards de KRW	1	2	2	–
	Investissements publics dans la qualité de vie	Pourcentage des dépenses publiques de R&D	–	15,0	–	20,0
Investissement en capital humain	Chercheurs (ETP)	Total	222 000	315 589	490 000^{-1}	–
		Pour 10 000 habitants	47	64	100	–
	Titulaires de doctorat en science et en sciences de l'ingénieur	Pourcentage de la population totale	–	0,4	–	0,6
	Score COSTII	Classement sur 30 pays de l'OCDE	–	9^{e}	–	7^{e}
Production	Articles recensés dans le Science Citation Index	Total	29 565	49 374	35 000	–
	Nombre de brevets ayant fait l'objet d'un dépôt international conjoint	Pour 1 000 chercheurs	–	0,39^{-1}	–	0,50
	Compétitivité technologique des PME	Pourcentage du potentiel total	–	74,8^{-1}	–	85,0
	Activités de démarrage des entrepreneurs	Pourcentage des activités totales des entreprises	–	7,8	–	10,0
	Emplois dans la science et les sciences de l'ingénieur	Total	–	6 050 000	–	6 690 000
	Revenu national brut par habitant	Dollars É.-U.	23 527	25 210	–	30 000
	Contribution de la R&D à la croissance économique	Pourcentage du PIB	30,4^{-1*}	35,4**	40,0***	40,0****
	Valeur industrielle ajoutée par habitant	Dollars É.-U.	–	19 000	–	25 000
	Valeur des exportations de technologie	En millions de dollars É.-U.	2 178	4 032	–	8 000
	Échanges de technologies	Recettes technologiques par rapport aux dépenses	0,43	0,48	0,70	–

-n/+n = les données correspondent au nombre n d'années avant ou après l'année de référence

* contribution moyenne pour la période 1990-2004
** contribution moyenne pour la période 1981-2010
*** contribution moyenne pour la période 2000-2012
**** contribution moyenne pour la période 2013-2017

Remarque : L'Indice composite de l'innovation scientifique et technologique (COSTII) a été mis au point par le Conseil scientifique et technologique national de la République de Corée en 2005. Il compare la capacité d'innovation de 30 pays de l'OCDE.

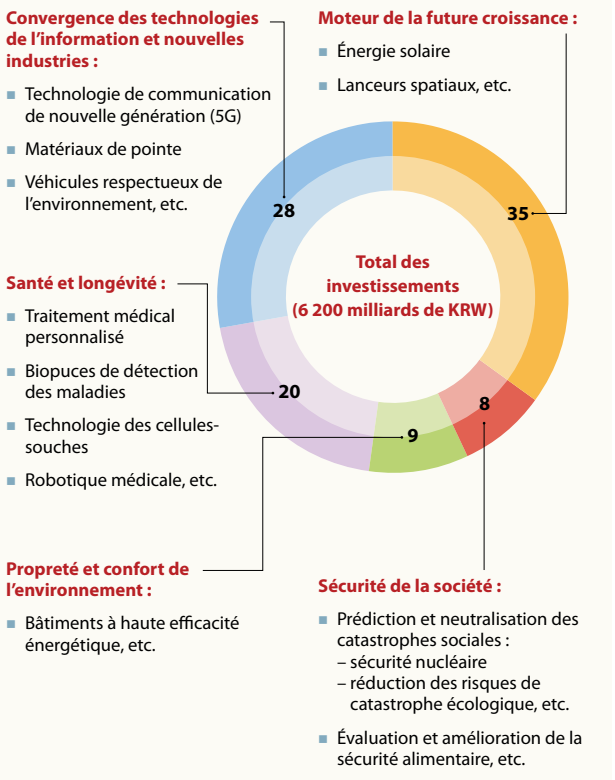
Source : MEST (2008) ; MSIP (2014b) ; Institut de statistique de l'UNESCO ; MSIP (2013c).

caractéristique de ce troisième plan tient au fait qu'il suggère, pour la première fois, que le gouvernement alloue à la R&D 109 milliards de dollars des États-Unis (92 400 milliards de KRW) sur cinq ans comme capital d'amorçage d'une économie créative (Ministère de la science, des TIC et de la planification [MSIP], 2014). La contribution de la R&D à la croissance économique devrait ainsi passer de 35 % à 40 %. En outre, ce troisième plan entreprend de porter le revenu national brut par habitant à 30 000 dollars des États-Unis et de créer 640 000 emplois dans la recherche et les sciences de l'ingénieur d'ici 2017 (tableau 25.2). Ces chiffres prouvent que les plans actuels du gouvernement s'appuient sur la science et la technologie pour stimuler la croissance nationale, même si certains doutent que ces objectifs puissent tous être atteints pour 2017.

Le *Troisième plan de base* définit cinq stratégies pour atteindre ses objectifs (NSTC, 2013) :

- Augmenter les investissements publics dans la R&D, soutenir la R&D du secteur privé par des mesures d'allègement fiscal et améliorer la planification des nouveaux projets de recherche ;
- Établir cinq domaines stratégiques de développement technologique national (figure 25.2) ;

Figure 25.2 : **Technologies stratégiques de la République de Corée pour 2013-2017**
Part du budget (%)



Source : NSTC (2013).

- Encourager l'inventivité en octroyant, par exemple, des financements supplémentaires à la recherche fondamentale et en invitant 300 éminents scientifiques étrangers à collaborer avec les laboratoires nationaux dans le cadre de séjours temporaires, etc. ;
- Développer l'appui aux petites et moyennes entreprises (PME) afin de les aider à commercialiser les fruits de leurs recherches et de leurs technologies ;
- Créer plus d'emplois en autorisant des « écosystèmes » à soutenir les startups scientifiques et technologiques par des financements, des services de consultation, etc.

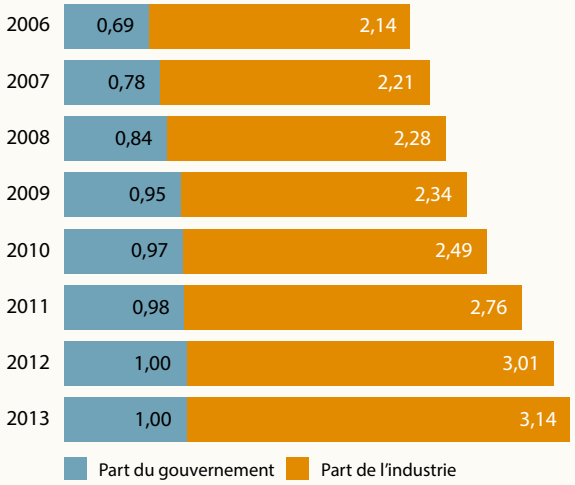
Dans le cadre de ces cinq domaines stratégiques, 120 technologies stratégiques au total ont été désignées par le gouvernement, dont 30 sont considérées comme des priorités d'investissement pendant cinq ans. Le gouvernement prévoit que certaines d'entre elles seront technologiquement réalisables d'ici 2017. Toutefois, à la mi-2015, il n'avait pas encore annoncé ses objectifs budgétaires pour 2017. Le Ministère de la science, des technologies de l'information et de la communication (TIC) et de la planification prépare actuellement une feuille de route stratégique qui comprendra un plan de mise en œuvre.

Remaniement des administrations publiques

Plusieurs administrations publiques ont été restructurées entre 2009 et 2013. L'administration de la Présidente Park a notamment créé un Ministère de la science, des TIC et de la planification (MSIP). Celui-ci a hérité du portefeuille de la S&T qui incombait auparavant au Ministère de l'éducation, de la science et de la technologie, en plus d'une partie des compétences en radiodiffusion et communication de la Commission coréenne des communications et de plusieurs attributions du Ministère de l'économie du savoir, renommé Ministère du commerce, de l'industrie et de l'énergie.

Les pouvoirs du Conseil scientifique et technologique national (NSTC) ont été élargis en 2011 pour répondre au besoin de convergence accrue de la science et de la technologie. Ses fonctions de coordination ont été renforcées pour qu'il puisse élaborer, entre autres documents, les *plans de base pour la science et la technologie* et les *Plans de base pour la promotion de la science et de la technologie dans les régions*. Le Conseil détient également un pouvoir délibératif et législatif concernant les grandes orientations de S&T qui lui sont soumises par les différents ministères. Il a par ailleurs reçu la responsabilité d'évaluer les programmes nationaux de R&D et d'établir le budget national dans ce domaine. Enfin, dans un effort de simplification de la coopération entre les pouvoirs publics et le secteur privé, le NSTC est désormais présidé conjointement par le Premier Ministre et par une personne issue du secteur privé, désignée par le chef de l'État (NSTC, 2012).

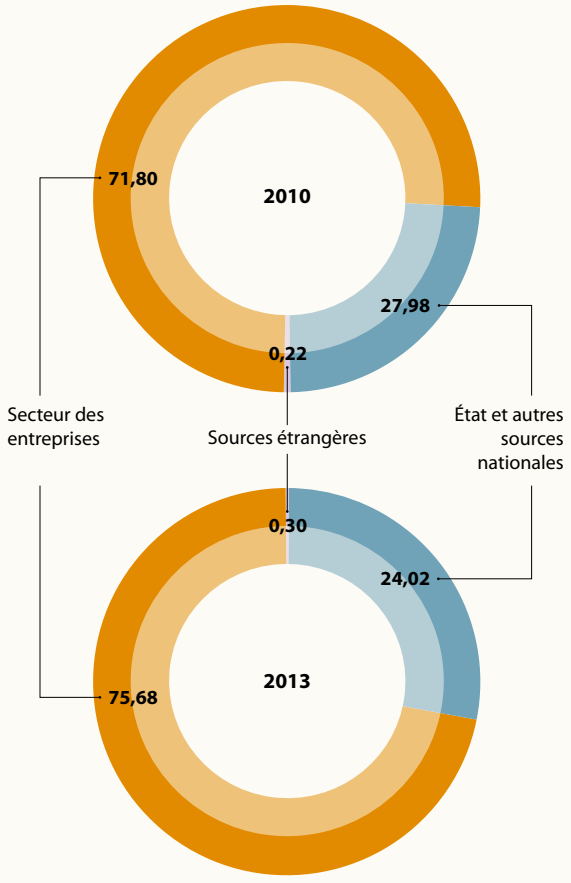
Figure 25.3 : **DIRD en République de Corée, par source des fonds et en pourcentage du PIB, 2006-2013** (%)



Remarque : La part publique désigne la R&D financée par l'État, le secteur de l'enseignement supérieur et d'autres sources nationales. Toutefois, à l'exception de celle de l'État, ces différentes contributions sont négligeables.

Source : MSIP (2014b).

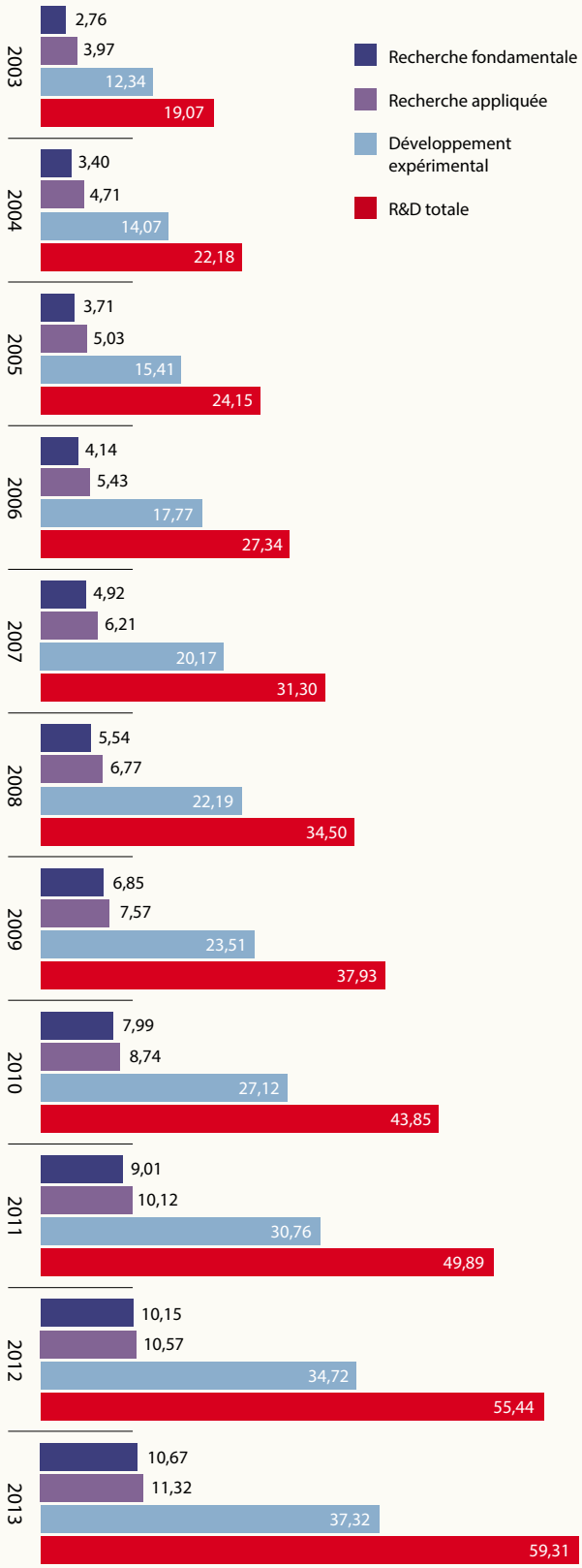
Figure 25.4 : **DIRD en République de Corée par source de financement, 2010 et 2013** (%)



Source : MSIP (2014b).

Figure 25.5 : **DIRD en République de Corée, par type de recherche, 2003-2013**

En milliers de milliards de KRW



Source : MSIP (2014b).

TENDANCES EN MATIÈRE DE R&D

L'objectif de 5 % réalisable d'ici 2017

La R&D financée par l'État et d'autres acteurs nationaux n'a pratiquement pas cessé de croître depuis 1993. En 2008, elle augmentait de 13,3 %[5] par an. La crise financière mondiale a quelque peu ralenti le taux de croissance, qui s'établissait à 11,4 % en 2010, avant de chuter à 5,3 % en 2014. Ce déclin des financements publics a été compensé par le secteur industriel, qui assume les trois quarts des DIRD et a réussi à augmenter ses propres investissements dans la R&D de 12,4 % par an en moyenne entre 2009 et 2013 (figures 25.3 à 25.5).

En conséquence, le ratio DIRD/PIB a continué sa progression, à un rythme toutefois plus lent que ne l'avait anticipé le deuxième Plan de base pour la science et la technologie. La République de Corée n'a peut-être pas atteint son objectif de consacrer 5 % du PIB aux DIRD en 2012, mais elle est déterminée à y parvenir d'ici 2017 (Kim, 2014).

Augmentation des ressources pour la recherche fondamentale

Les investissements publics dans la recherche fondamentale ont revu leurs priorités depuis 2008, en accordant davantage d'importance à la qualité. Cela a également eu pour effet d'augmenter le volume des fonds alloués. La part des DIRD consacrée à la recherche fondamentale est passée de 15,2 % en 2006 à 18,1 % en 2009, une proportion qui n'a pas évolué depuis. Ce phénomène est en grande partie dû au *Deuxième plan de base pour la promotion de la recherche*, qui a porté le budget de l'État pour la recherche fondamentale de 25,6 % à 35,2 % des DIRD entre 2008 et 2012. Les fonds alloués à des chercheurs individuels dans ce domaine ont triplé dans le même temps, grimpant de 264 milliards à 800 milliards de KRW (soit près de 936 millions de dollars É.-U.) [MSIP, 2014a].

Le gouvernement actuel poursuit cette politique, comme en témoigne le budget accordé à la Ceinture scientifique et économique internationale actuellement en construction à Daejeon. Ce projet ambitieux était inscrit dans le *Plan de base pour une Ceinture scientifique et économique internationale* adopté par le gouvernement Lee en 2011. Le but est de corriger l'impression que la République de Corée, autrefois une économie agricole pauvre, ne doit son nouveau statut de géant industriel qu'à l'imitation, sans chercher à se doter de capacités locales en sciences fondamentales. Un Institut national des sciences fondamentales a ouvert ses portes sur le site en 2011 et un accélérateur d'ions lourds est en construction pour soutenir la recherche fondamentale et la rapprocher davantage du monde des affaires (encadré 25.1). Entre 2013 et 2014, le gouvernement Park a doublé le budget de cette « Ceinture », qui atteint aujourd'hui 210 milliards de KRW (environ 246 millions de dollars É.-U.) [Kim, 2014].

L'accélérateur d'ions lourds devrait aider les scientifiques coréens à améliorer leur productivité dans le domaine de la physique, qui a peu évolué depuis 2008, contrairement à la biologie (figure 25.6).

Des efforts pour développer l'autonomie régionale en matière de R&D

Le troisième *Plan national pour le développement régional de la science et de la technologie 2008-2012* a bénéficié d'une part d'investissement beaucoup plus importante que ses prédécesseurs. Le budget de R&D dans les régions a été multiplié par 15 entre 2008 et 2013, s'envolant à 76 194 milliards de KRW (environ 89,2 milliards de dollars É.-U.), contre 4 689 milliards de KRW (environ

5. Selon l'Institut de statistique de l'UNESCO, si l'on exclut toute autre source nationale, les dépenses de R&D financées par l'État ont augmenté de 12,9 % en 2009 et en 2010, mais de 2,4 % seulement en 2013.

Encadré 25.1 : La Silicon Valley de la République de Corée

La République de Corée a cessé de se concentrer sur la technologie de rattrapage pour investir dans un pôle d'envergure mondiale dédié à la science et aux affaires. Née en 2011, la Ceinture scientifique et économique internationale est située à Daejeon et dans sa région, à moins d'une heure de Séoul en TGV. Il s'agit du plus grand complexe de recherche du pays, qui regroupe 18 universités, plusieurs parcs scientifiques et des dizaines de centres de recherche aussi bien privés que publics.

Son fleuron sera un accélérateur d'ions lourds, attendu pour 2021, qui rejoindra l'établissement de recherche polyvalent désormais dénommé RAON. Les chercheurs pourront y mener des recherches de pointe dans les sciences fondamentales qui devraient permettre de découvrir des isotopes rares. RAON sera basé dans les locaux de l'Institut de recherche fondamentale, actuellement en construction, qui devrait ouvrir ses portes en 2016. L'Institut prévoit d'attirer des scientifiques de réputation mondiale et de cultiver un environnement assurant l'autonomie maximale des chercheurs. Il ambitionne de se classer parmi les 10 meilleurs instituts de recherche fondamentale au monde ayant un impact mesurable sur la société d'ici 2030.

Afin de favoriser la synergie et la convergence de la recherche fondamentale et des affaires, les entreprises de haute technologie et les plus grandes sociétés sont invitées à se regrouper autour de pôles tels que l'Institut coréen de recherche fondamentale.

Il s'agit, à terme, de bâtir une cité internationale combinant la science, l'éducation, la culture et les arts, où la créativité, la recherche et l'innovation pourront prospérer, comme c'est le cas aux États-Unis dans la Silicon Valley ou dans des villes comme Boston (États-Unis), Cambridge (Royaume-Uni) ou Munich (Allemagne).

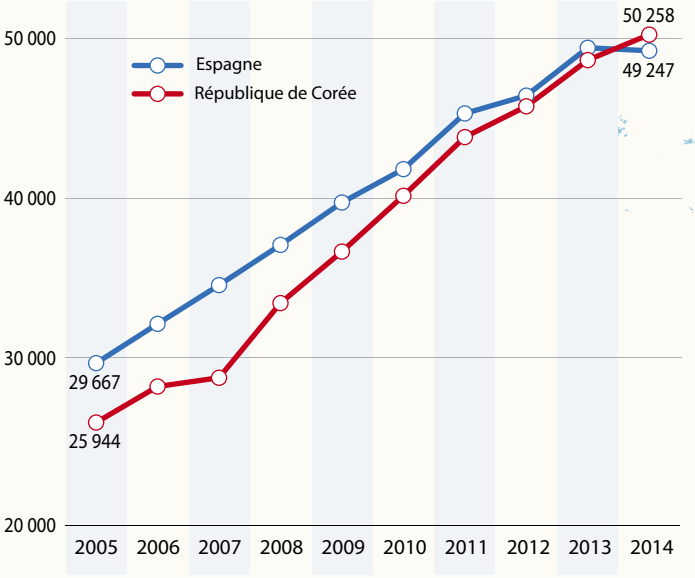
Source : NTSC (2013), www.isbb.or.kr/index_en.jsp, http://ibs.re.k.

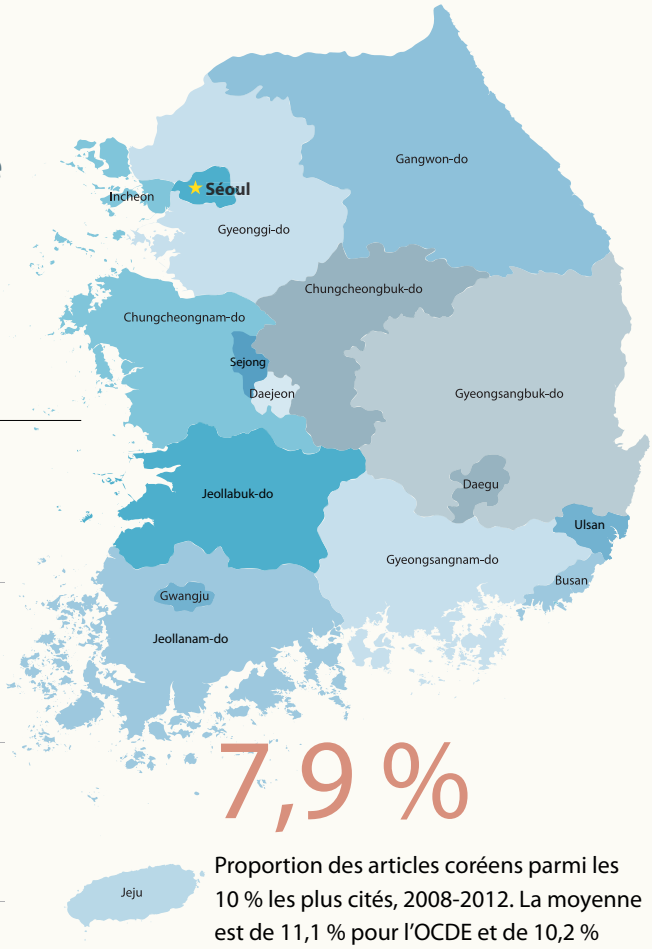
Figure 25.6 : **Tendances en matière de publications scientifiques en République de Corée, 2005-2014**

0,89

Taux moyen de citation des publications coréennes, 2008-2012
La moyenne est de 1,08 pour l'OCDE et de 1,02 pour le G20

Les publications coréennes ont presque doublé depuis 2005, devançant celles de l'Espagne dont la population est de taille comparable





7,9 %

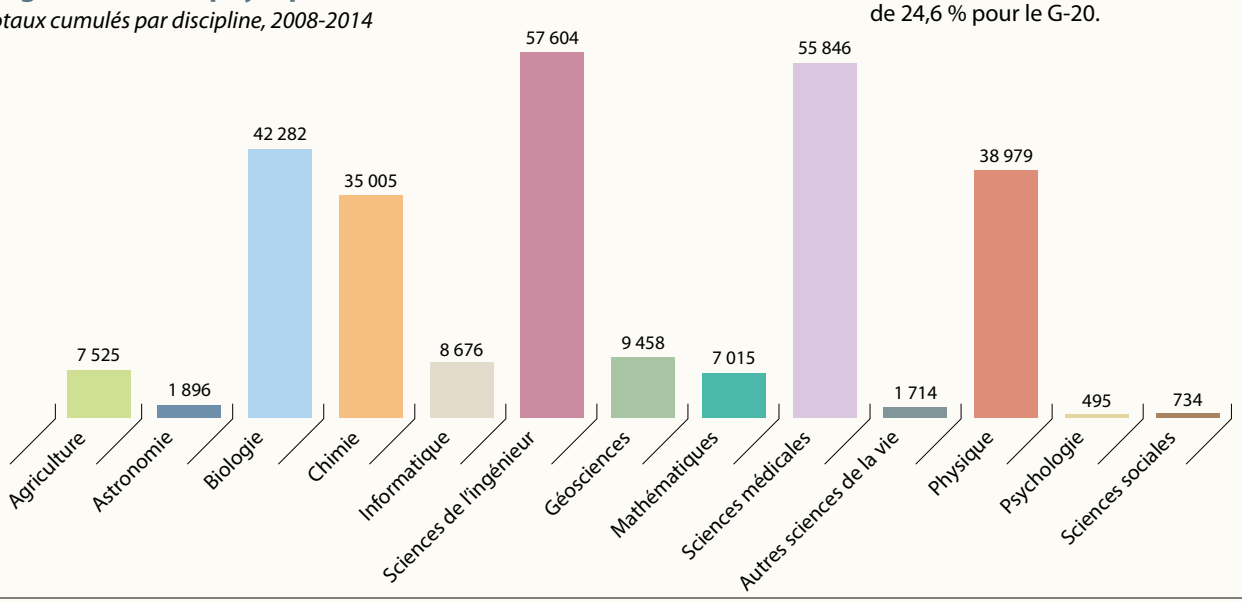
Proportion des articles coréens parmi les 10 % les plus cités, 2008-2012. La moyenne est de 11,1 % pour l'OCDE et de 10,2 % pour le G-20.

27,6 %

Pourcentage des articles coréens ayant au moins un coauteur étranger, 2008-2014. La moyenne est de 29,4 % pour l'OCDE et de 24,6 % pour le G-20.

Les scientifiques coréens publient surtout dans les domaines de l'ingénierie, de la physique, de la chimie et des sciences de la vie

Totaux cumulés par discipline, 2008-2014



Les États-Unis demeurent le principal partenaire de la République de Corée, devant le Japon et la Chine

Principaux partenaires étrangers, 2008-2014 (nombre d'articles)

	1er partenaire	2e partenaire	3e partenaire	4e partenaire	5e partenaire
République de Corée	États-Unis (42 004)	Japon (12 108)	Chine (11 993)	Inde (6 477)	Allemagne (6 341)

Source : Plate-forme de recherche Web of Science de Thomson Reuters. Science Citation Index Expanded ; traitement des données par Science-Metrix.

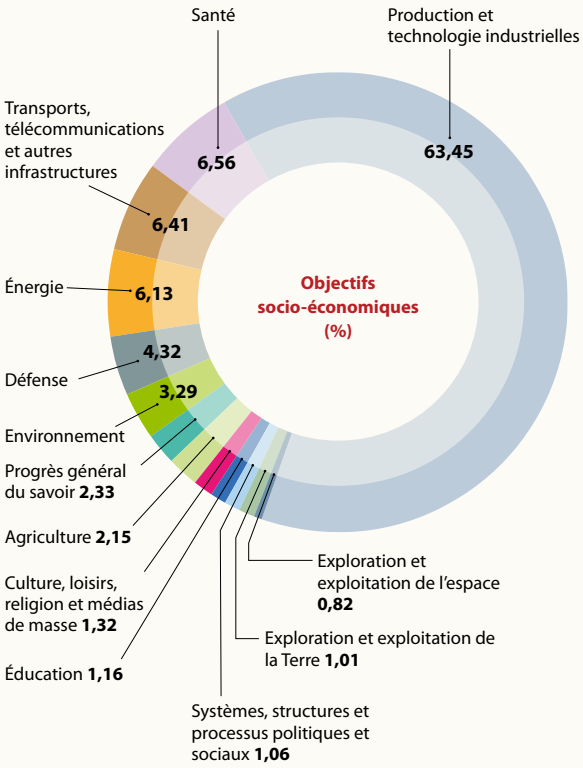
5,9 milliards de dollars É.-U.) en 2008. Ce budget ne tient pas compte de Séoul ni de Daejeon, où se situe Daedeok Innopolis, fief de la communauté coréenne de recherche dans les hautes technologies. Une grande partie des fonds a servi à la construction d'infrastructures de R&D (MSIP, 2013a). Il convient toutefois de relativiser cette augmentation. En effet, la part des investissements régionaux en R&D par rapport aux DIRD est restée stable, à environ 45 % du total, pendant cette période. Malgré l'injection massive de fonds, une évaluation publique de la mise en œuvre du troisième plan a conclu que les collectivités régionales continuaient de dépendre à l'excès des financements du gouvernement central en matière de R&D, et que la R&D régionale restait très improductive (MSIP, 2014a).

En conséquence, le quatrième *Plan national pour le développement régional de la science et de la technologie 2013-2017* s'est fixé comme objectif de renforcer l'autonomie et la responsabilité des régions en matière de R&D. Il envisage la possibilité de décentraliser des budgets inclusifs dans ce domaine pour les confier aux autorités régionales et d'améliorer les capacités régionales de planification et de gestion de la R&D (MSIP, 2014a).

La production industrielle et la technologie dominent encore la R&D

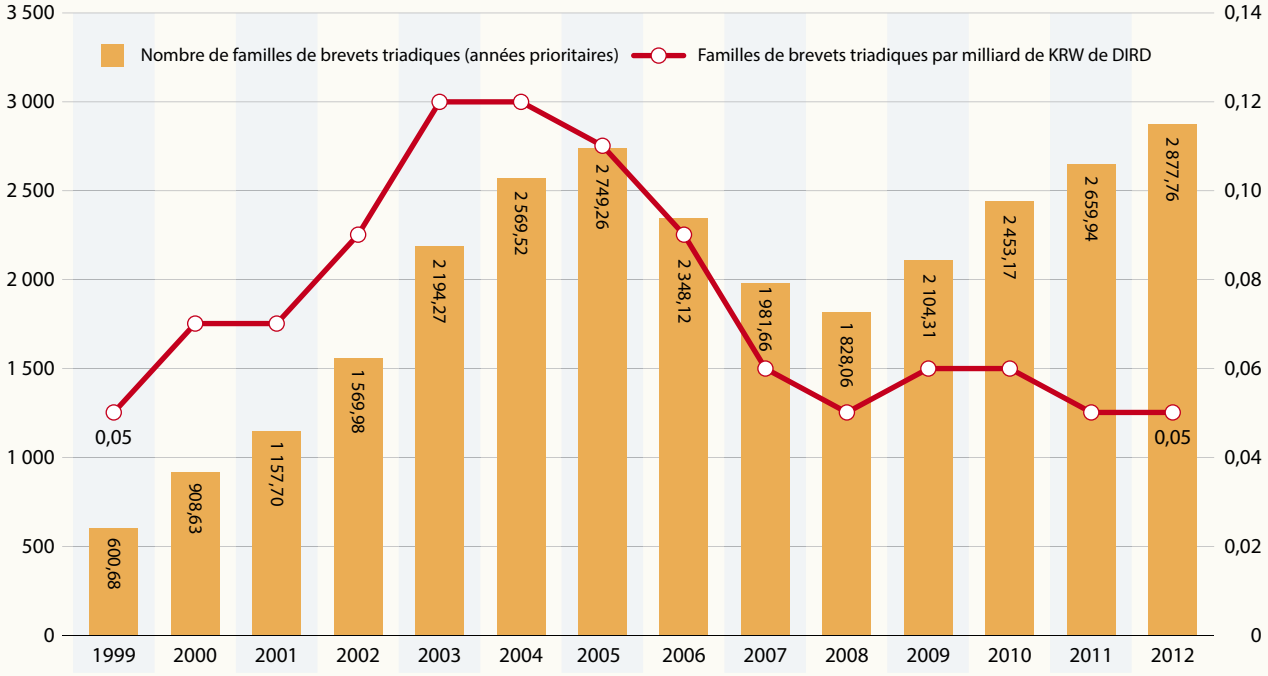
Malgré la réorientation en faveur de la recherche fondamentale, la production industrielle et la technologie représentaient encore deux tiers des DIRD en 2013 (figure 25.7). On notera que les investissements de R&D dans la santé et l'environnement ont augmenté de plus de 40 % entre 2009 et 2012.

Figure 25.7 : **DIRD en République de Corée par objectif socio-économique, 2013** (%)



Source : MSIP (2014b).

Figure 25.8 : **Dépôts dans les familles de brevets triadiques en République de Corée, 1999-2012**



Source : MSIP (2014b).

Quant au nombre de centres privés de R&D, il a augmenté de 50 % en deux ans, passant de 20 863 en 2010 à 30 589 en 2012. Depuis 2004, plus de 90 % des instituts de recherche d'entreprise sont dirigés par des PME et des sociétés de capital risque, même si les grands conglomérats représentaient 71 % de l'ensemble des investissements privés en R&D en 2009 et 74 % en 2012. Cela montre que les investissements en R&D en Corée sont le fait d'une petite poignée de grandes entreprises, bien que les PME et les sociétés de capital-risque jouent un rôle essentiel dans la création et le fonctionnement des centres de R&D.

Forte hausse des brevets nationaux et internationaux

Le nombre de brevets nationaux déposés a plus que doublé entre 2009 et 2013, passant de 56 732 à 127 330 (Office coréen de la propriété intellectuelle [KIPO], 2013), ce qui relève de l'exploit, en particulier au lendemain de la crise financière mondiale. En 2013, les Coréens occupaient la troisième place (14 548) au classement du nombre de brevets déposés auprès de l'Office des brevets et des marques des États-Unis, derrière le Japon (51 919) et l'Allemagne (15 498).

Le pays a également enregistré une hausse au niveau des familles de brevets triadiques (qui regroupe les dépôts auprès des offices de brevets d'Europe, du Japon et des États-Unis), même si le ratio par milliard de KRW consacré aux DIRD a baissé (figure 25.8). Les inventeurs coréens n'en étaient pas moins classés quatrièmes en 2012.

Les échanges liés à la technologie ont doublé

Le volume d'échanges liés à la technologie a doublé entre 2008 et 2012, passant de 8,2 à 16,4 milliards de dollars des États-Unis. La balance commerciale, que l'on peut calculer en rapportant les exportations aux importations de technologie, a progressé, passant de 0,45 en 2008 à 0,48 en 2012 (MSIP, 2013b). Même si cette augmentation du volume d'échanges suppose la participation active de la République de Corée au secteur mondial de l'innovation, elle conserve sur le marché international des technologies un important déficit qu'elle s'efforce de corriger.

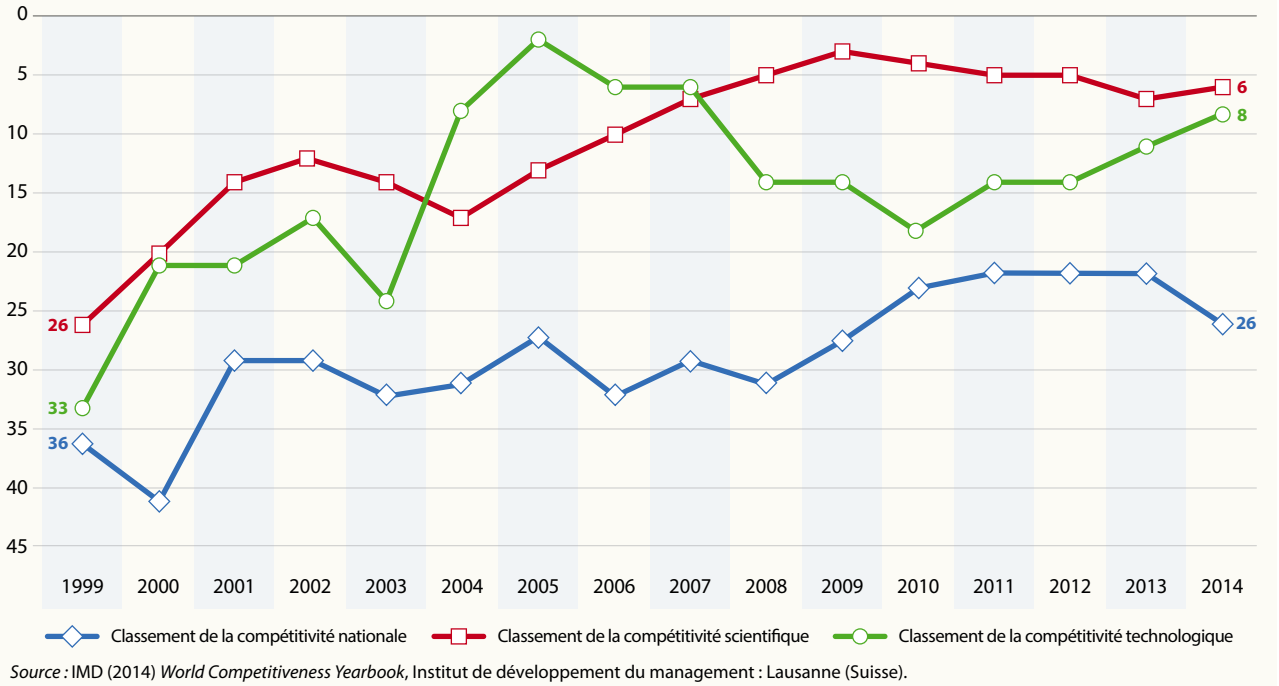
Le volume d'exportations coréennes de produits de haute technologie (143 milliards de dollars É.-U.) est comparable à celui de Singapour (141 milliards de dollars É.-U.) et supérieur à celui du Japon (110 milliards). Six de ces exportations sur dix entrent dans la catégorie des produits électroniques et de télécommunications ; les exportations dans ce secteur ont même augmenté, passant de 66,8 à 87,6 milliards de dollars des États-Unis entre 2008 et 2013.

La plupart des pays ont connu une baisse de leurs exportations de produits de haute technologie en 2009, après la crise financière mondiale. Cependant, si la République de Corée et Singapour s'en sont rapidement remis, le volume est resté inchangé au Japon et il n'est pas encore reparti à la hausse aux États-Unis (où les exportations ont régressé, passant de 237 milliards de dollars É.-U. en 2008 à seulement 164 milliards de dollars É.-U. cinq ans plus tard).

De nets progrès dans la compétitivité technologique

En 2014, la République de Corée pointait à la sixième place du classement pour la compétitivité scientifique, et à la huitième place pour la compétitivité technologique, selon l'Institut de développement du management, établi en Suisse. Si sa position dans ces deux domaines s'est considérablement améliorée depuis le début du siècle, c'est surtout en matière de

Figure 25.9 : **Évolution du score de la République de Corée au classement de la compétitivité scientifique et technologique, 1999-2014**

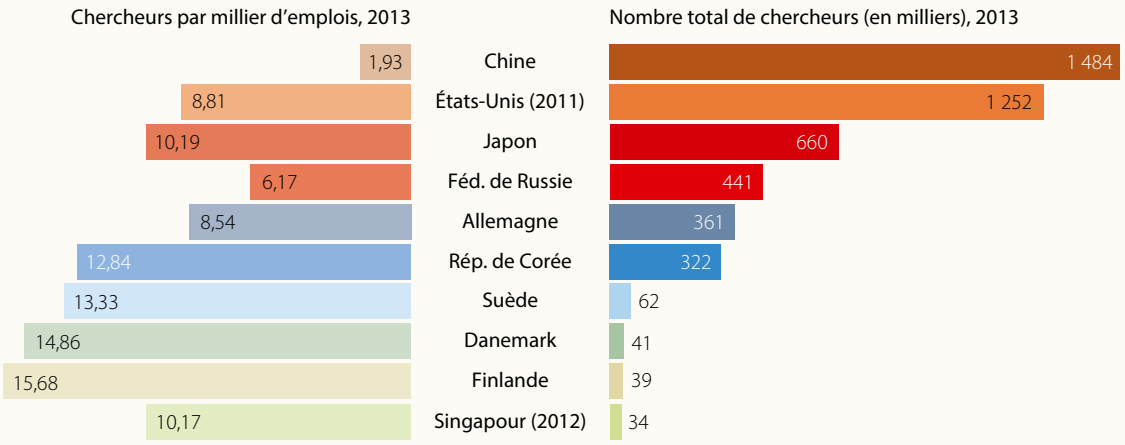


Source : IMD (2014) *World Competitiveness Yearbook*, Institut de développement du management : Lausanne (Suisse).

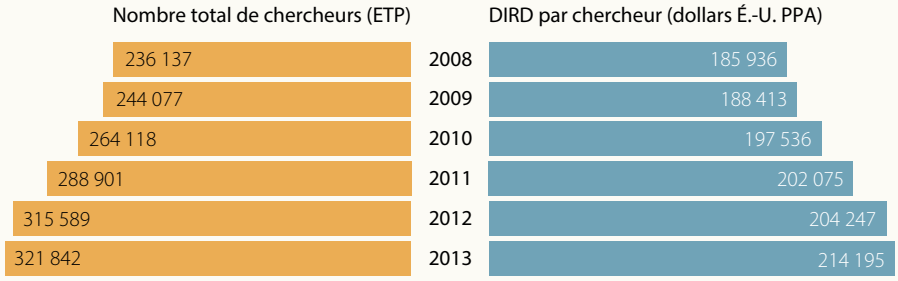
Figure 25.10 : **Tendances parmi les chercheurs coréens (ETP), 2008-2013**

La République de Corée enregistre l'une des plus fortes densités de chercheurs au monde

Les données des autres pays sont indiquées à titre de comparaison



Le budget par chercheur a augmenté depuis 2008



Source : OCDE (2015), *Principaux indicateurs de la science et de la technologie.*

compétitivité technologique que la Corée a progressé depuis cinq ans. Le pays est particulièrement performant en matière de technologies de communication. Ainsi, il s'est classé 14e en 2014 pour le coût à la minute des télécommunications mobiles, alors qu'il était 33e l'année précédente. Les autres indicateurs examinés restent toutefois peu convaincants. Par exemple, sur le plan de la coopération technologique entre entreprises, la Corée pointe à la 39e place, et elle a reculé de la 38e à la 58e place, sur la même période, en ce qui concerne les questions de cybersécurité. Ces résultats rejoignent la baisse de la productivité scientifique dans l'informatique observée depuis quelques années.

TENDANCES EN MATIÈRE DE RESSOURCES HUMAINES

La Corée se classe désormais sixième pour le nombre de chercheurs

Le nombre de chercheurs en équivalent temps plein (ETP) a nettement progressé entre 2008 et 2013, passant de 236 137 à 321 842 (figure 25.10). Cela permet à la République de Corée de pointer à la sixième place du classement pour cet indicateur, derrière la Chine, les États-Unis, le Japon, la Fédération de Russie et l'Allemagne. Surtout, elle compte plus de chercheurs par million d'habitants que tous les pays qui la précèdent : 6 533 en 2013. En termes de densité de chercheurs, elle n'est devancée que par Israël et certains pays scandinaves. Par ailleurs, grâce à l'augmentation régulière du ratio DIRD/PIB, les investissements par chercheur ont pu suivre la progression des effectifs, et même s'élever légèrement, de 186 000 à 214 000 dollars PPA entre 2008 et 2013 (figure 25.10).

Les femmes encore minoritaires parmi les scientifiques coréens

En 2008, un chercheur sur six seulement (15,6 %) était une femme. La situation s'est un peu améliorée depuis (18,2 % en 2013), mais la République de Corée est encore très en retard par rapport aux chefs de file de cet indicateur, l'Asie centrale et l'Amérique latine, où l'on compte environ 45 % de chercheuses, même si elle devance le Japon sur ce point (14,6 % en 2013). En ce qui concerne la rémunération des chercheurs, l'écart entre les sexes est colossal (39 %). C'est le plus important des pays de l'OCDE. Le Japon se classe juste derrière, avec 29 %.

Conscient du problème, le gouvernement a lancé en 2011 un *Deuxième plan de base pour les femmes scientifiques et ingénieurs (2009-2013)*, qui décrit des mesures favorisant leur avancement de carrière et rendant les environnements de travail plus accueillants pour elles. En 2011, les centres scientifiques et technologiques pour les femmes ouverts dans plusieurs universités ont fusionné pour créer le Centre pour les femmes employées dans la science, l'ingénierie et la technologie (WISET). Celui-ci élabore des politiques visant à mieux intégrer les femmes dans ces filières. En mars 2014, le Centre a organisé un Forum de l'innovation sensible au genre qui a rassemblé des experts coréens et des attachés scientifiques d'ambassade des deux sexes à Séoul. Fin 2015, il accueillera également le prochain Sommet sur le genre, toujours à Séoul, après les premières éditions organisées en Europe et aux États-Unis depuis 2011. Ce sera le premier événement de cette nature en Asie.

Des mesures pour encourager l'inventivité

Le gouvernement a compris que pour développer les capacités d'innovation nationales, il faut stimuler la créativité des jeunes (MSIP, 2013b). À cette fin, il a défini plusieurs stratégies destinées à faire « renaître les sciences naturelles et les sciences de l'ingénieur ». Plusieurs ministères ont pris conjointement des « mesures pour encourager l'inventivité » visant à atténuer l'importance accordée aux diplômes et à promouvoir une nouvelle culture où l'on encourage et respecte la créativité personnelle. Un exemple de ces mesures est le projet Da Vinci, qui est expérimenté dans certaines écoles primaires et secondaires en vue de mettre au point des classes de conception nouvelle, où les élèves sont incités à exercer leur imagination et où est remis à l'honneur un enseignement fondé sur la recherche et l'expérience pratiques.

Le gouvernement promeut également le projet Académie en libre accès, en collaboration avec l'Institut supérieur coréen de science et technologie et d'autres universités, afin d'instaurer une plateforme en ligne sur laquelle les étudiants peuvent étudier et discuter avec les professeurs. Il est prévu que les formations en ligne soient accessibles à tous ceux qui souhaitent étudier et de les intégrer à un système de comptabilisation des crédits universitaires, pour que les crédits obtenus par les étudiants ayant suivi ces formations soient reconnus.

Le *Deuxième plan de base pour renforcer les ressources humaines dans la science et les sciences de l'ingénieur* (2011-2015) vise à développer les ressources humaines dans les domaines de la science et de la technologie en mettant l'accent sur le renforcement de la créativité, dont la portée devrait s'étendre à l'enseignement primaire et secondaire. Le gouvernement promeut les études scientifiques, techniques, littéraires, mathématiques et d'ingénieur afin de favoriser la convergence de ces filières et d'aider les étudiants à faire face aux futurs enjeux économiques et sociaux. Le projet Brain Korea 21+ a été mis en œuvre dans le cadre de ce plan (encadré 25.2). Le gouvernement a également étendu son soutien financier aux jeunes chercheurs : le nombre de projets retenus par l'État est passé de 178 (10,8 milliards de KRW) en 2013 à 570 (28,7 milliards de KRW) en 2014.

D'après les *Prévisions à moyen et long terme de l'offre et de la demande de ressources humaines dans la science et la technologie* (2013-2022), le pays connaîtra un excédent de 197 000 diplômés de licence et de 36 000 diplômés de master en 2022, mais manquera alors de 12 000 titulaires de doctorat.

L'industrie ayant plus besoin que par le passé d'employés ayant suivi une formation scientifique et technologique, des mesures politiques devront corriger ce décalage. Par exemple, le gouvernement projette de réaliser un exercice prévisionnel centré sur les besoins en ressources humaines dans les technologies émergentes, pour rattraper le manque de main-d'œuvre prévu dans ces domaines.

Encadré 25.2 : **Brain Korea 21+ : la suite**

Le *Rapport de l'UNESCO sur la science 2010* avait suivi l'évolution du projet Brain Korea, qui avait été renouvelé en 2006 pour six années supplémentaires. Dans le cadre de ce projet, les universités et les écoles supérieures qui souhaitaient bénéficier des financements de l'État étaient obligées de s'organiser elles-mêmes en consortiums de recherche. L'objectif était d'encourager une recherche d'excellence.

Le principe semble avoir fonctionné, car les résultats et la production des écoles comme des facultés participantes se sont effectivement améliorés. Ainsi, le nombre d'articles publiés par des universitaires (personnel et étudiants de master) est passé de 9 486 en 2006 à 16 428 en 2013. Surtout, le facteur d'impact par article a lui aussi progressé, de 2,08 en 2006 à 2,97 en 2012 (NSTC, 2013).

Fort de ce succès, le projet a été prolongé pour six années de plus en 2013, sous le nom de Brain Korea 21+. Il a reçu la première année une dotation de 252 milliards de KRW (environ 295 millions de dollars É.-U.).

Alors que le projet initial visait à augmenter la quantité de R&D réalisée, Brain Korea 21+ entend améliorer la qualité aussi bien de l'enseignement que de la recherche dans les universités locales, ainsi que leur capacité de gestion des projets. D'ici 2019, le projet espère avoir sensiblement augmenté ses effectifs de master et de doctorat agréés, afin de former les jeunes talents indispensables à l'avènement d'une économie plus créative.

Source : https://bkplus.nrf.re.kr.

Une ville de l'économie créative

La « Ville de l'économie créative[6] » est un exemple parmi d'autres des plateformes en ligne et hors ligne créées par le gouvernement Park pour que des particuliers puissent partager et commercialiser leurs idées. Des professionnels des secteurs concernés tiennent lieu de mentors, dispensant des conseils juridiques sur les droits de propriété intellectuelle et autres questions et mettant en relation les nouveaux innovateurs avec des entreprises capables de commercialiser leurs idées.

Le Centre d'innovation pour l'économie créative constitue un autre exemple. Ce centre public est situé à Daejeon et Daegu et sert d'incubateur d'entreprises.

Ces initiatives suscitent toutefois une certaine controverse, car d'aucuns estiment que le gouvernement pousse trop loin l'interventionnisme. La principale question est de savoir si l'entrepreneuriat prospérera davantage avec l'aide de l'État ou s'il vaut mieux laisser les entrepreneurs livrés à eux-mêmes sur le marché.

D'après une étude menée par la Fédération coréenne des petites et moyennes entreprises en 2014, les adhérents à la Fédération jugeaient le niveau d'entrepreneuriat de la République de Corée assez faible[7]. Il est encore trop tôt à ce stade pour déterminer si les efforts du gouvernement ont réussi à stimuler l'innovation.

Une démarche de coopération plus globale

Les scientifiques coréens participent à des projets et échanges internationaux depuis plusieurs années. Ainsi, quelque 118 scientifiques ont collaboré avec l'Organisation européenne pour la recherche nucléaire (CERN) en 2013.

La République de Corée est également associée à un projet de construction d'un réacteur expérimental thermonucléaire international en France, dans lequel elle a investi près de 278 milliards de KRW de 2012 à 2014. Le gouvernement a également financé la participation de plus de 40 chercheurs coréens au septième programme-cadre de l'Union européenne pour la recherche et le développement technologique (2007-2013) à hauteur de 20 millions de KRW (environ 23 000 dollars É.-U.) [MSIP, 2012].

Il encourage par ailleurs la collaboration des Coréens à des laboratoires d'envergure mondiale au travers d'un programme national, le Programme des laboratoires de recherche mondiaux, lancé en 2006. Chaque année, le MSIP et la Fondation nationale de la recherche invitent des instituts de recherche coréens à répondre à leurs appels à propositions de projets. Ces propositions peuvent concerner les sciences fondamentales ou des filières technologiques, pour autant que la thématique de la recherche nécessite de collaborer avec des laboratoires étrangers. Les projets conjoints retenus peuvent se voir décerner chaque année jusqu'à 500 millions de KRW (environ 585 000 dollars É.-U.) pendant une durée maximale de six ans. Le nombre de projets impliquant des laboratoires de recherche mondiaux a progressé de 7 en 2006 à 48 en 2013 (MSIP, 2014a).

Le gouvernement actuel tient particulièrement à ce que le secteur privé développe les technologies de base en investissant dans des entreprises étrangères. Le *Plan national pour la coopération internationale dans les domaines de la science, de la technologie et des TIC* (2014) vise précisément cet objectif. Il repose avant tout sur la création d'un Centre coréen de l'innovation qui jouera un rôle d'appui auprès des chercheurs et des entrepreneurs coréens désireux d'investir à l'étranger, tout en essayant de convaincre les investisseurs étrangers de s'intéresser à la Corée (encadré 25.3).

6. https://www.creativekorea.or.kr.

7. http://economy.hankooki.com/lpage/industry/201410/e20141028102131120170.htm.

Encadré 25.3 : Le Centre coréen de l'innovation

Fondé en mai 2014 dans le cadre de la nouvelle « économie créative », le Centre coréen de l'innovation encourage les exportations coréennes et l'internationalisation des chercheurs coréens.

Il incite également les sociétés de capital risque et les PME à se lancer à l'international. Pour stimuler l'établissement de réseaux et de plateformes communes de coopération, il ouvre actuellement des bureaux dans l'Union européenne (Bruxelles), aux États-Unis (Silicon Valley et Washington), en Chine et dans la Fédération de Russie, en plus de ses bureaux coréens.

Le Centre coréen de l'innovation est régi conjointement par la Fondation nationale de la recherche, qui assure le secrétariat, et par l'Agence nationale de promotion de l'industrie des technologies de l'information. Sa mission est alignée sur les cinq stratégies définies en 2014 par le *Plan national pour la coopération internationale dans les domaines de la science, de la technologie et des TIC* :

- Créer des liens à l'échelle du système pour soutenir la coopération internationale et le commerce à l'étranger ;
- Renforcer l'appui aux PME qui se lancent à l'international ;
- Renforcer les capacités d'innovation en développant des ressources humaines de réputation internationale dans la STI ;
- Renforcer la coopération et les partenariats internationaux dans la science, la technologie et les TIC ;
- Créer des systèmes de gestion plus performants pour faire face à la demande internationale.

Source : www.msip.go.kr.

Certaines formes d'aide internationale intègrent également la science et la technologie, à l'instar du programme du Corps de techniciens pour la paix, qui finance les recherches postdoctorales. Un autre exemple réside dans le projet actuellement mis en œuvre par le gouvernement du Viet Nam pour créer un Institut vietnamo-coréen de la science et de la technologie. Le gouvernement prévoit également de créer des « centres de perfectionnement scientifique et technologique » dans les pays en développement, afin d'assurer la gestion postérieure des projets, notamment les services de conseil et l'éducation. Par exemple, le gouvernement a créé au Cambodge un Centre d'innovation sur l'eau (iWc) pour stimuler la R&D cambodgienne axée sur la distribution d'eau salubre et servir de base pour l'aide internationale de la République de Corée en matière de science et de technologie. Le budget total de l'État pour cette forme d'aide internationale devrait passer de 8,2 milliards à 28,1 milliards de KRW (environ 32,9 millions de dollars É.-U.) entre 2009 et 2015 (Kim, 2011).

OBJECTIFS PRINCIPAUX DE LA RÉPUBLIQUE DE CORÉE

- Porter les DIRD à 5 % du PIB en 2017, contre 4,03 % en 2012 ;
- Faire en sorte que les PME exploitent 85 % de leurs capacités de compétitivité technologique d'ici 2017, contre 75 % en 2011 ;
- Porter le soutien aux PME à 18 % du budget public de R&D en 2017, contre 12 % en 2012 ;
- Faire progresser la part de la recherche fondamentale dans le budget public de 32 % en 2012 à 40 % en 2017 ;
- Faire progresser la part des investissements publics dans l'amélioration de la qualité de vie grâce à la R&D de 15 % en 2012 à 20 % en 2017 ;
- Porter le nombre d'emplois dans la S&T à 6,69 millions d'ici 2017 (contre 6,05 millions auparavant) ;
- Faire progresser la part des activités de démarrage d'entreprises de 7,8 % en 2012 à 10 % en 2017 ;
- Porter le nombre de titulaires de doctorat à 0,6 % de la population en 2017, contre 0,4 % en 2012 ;
- Faire progresser la valeur ajoutée industrielle par habitant de 19 000 dollars des États-Unis en 2012 à 25 000 dollars des États-Unis en 2017 ;
- Commercialiser la technologie de piégeage et de stockage du dioxyde de carbone d'ici 2020 ;
- Doubler la valeur des exportations de produits technologiques pour atteindre 8 000 millions de dollars des États-Unis en 2017, contre 4 032 millions de dollars des États-Unis en 2012.

CONCLUSION

Une nouvelle orientation en faveur de l'entrepreneuriat et de la créativité

La République de Corée s'est remarquablement bien sortie de la crise financière mondiale depuis 2008. Ce succès ne doit cependant pas masquer le fait que le pays a dépassé son modèle de rattrapage. La Chine et le Japon sont en concurrence avec la technologie coréenne sur les marchés mondiaux, et les exportations baissent avec l'évolution de la demande vers une croissance verte.

Le gouvernement a décidé de faire face à ce contexte mondial de plus en plus compétitif en augmentant ses investissements dans la R&D, en renforçant le secteur manufacturier et en développant de nouvelles industries créatives. Les investissements coréens dans la R&D ont déjà sensiblement augmenté, mais il n'est pas certain aujourd'hui que cela ait produit le résultat désiré. Peut-être ces investissements ont-ils atteint un point où la croissance marginale des résultats de la R&D est proche de zéro. La République de Corée devrait donc maintenant optimiser la gestion de son système d'innovation national afin de tirer pleinement parti de cette augmentation des investissements.

Sans restructuration ajustée de l'industrie et du système d'innovation correspondant, l'injection de fonds dans la R&D peut ne pas produire de meilleurs résultats. Selon la théorie des systèmes d'innovation, la productivité totale d'un système d'innovation national est un facteur de changement décisif, mais il est aussi relativement difficile de transformer le système en soi, car il tend à être un « écosystème » qui cherche surtout à relier les différents acteurs par des relations et des processus.

Le pays s'efforce à présent de devenir plus entreprenant et créatif, processus qui implique de modifier la structure même de son économie. Jusqu'ici, il s'était appuyé sur de vastes conglomérats tels que Hyundai (automobile) et Samsung ou LG (électronique) pour stimuler la croissance et les recettes d'exportation. En 2012, ces conglomérats représentaient encore les trois quarts des investissements privés dans la R&D, une proportion en hausse par rapport aux trois années précédentes (KISTEP, 2013). Le défi sera de doter le pays de ses propres startups de haute technologie et de promouvoir une culture de la créativité dans les petites et moyennes entreprises. Il faudra aussi faire des régions des pôles d'activité créative en leur offrant l'infrastructure financière et les outils de gestion qui leur permettront d'accroître leur autonomie.

En résumé, l'objectif du gouvernement d'instaurer une économie créative reflète un consensus croissant : la croissance et la prospérité futures de la République de Corée dépendront de sa capacité à devenir un leader mondial du développement et de la commercialisation de nouveaux produits, services et modèles économiques innovants.

RÉFÉRENCES

IMD (2014) *World Competitiveness Yearbook*. Institut de développement du management : Lausanne (Suisse).

Kim, I. J. (2014) *Government Research and Development Budget Analysis in the 2014 Financial Year*, Institut coréen d'évaluation et de planification scientifique et technologique : Séoul.

Kim, K. K. (2011) *Vision and Assignments for Korean Science and Technology Overseas Development Assistance for the Post Jasmine era.* Institut des politiques scientifiques et technologiques : Séoul.

KIPO (2013) *Intellectual Property Statistics for 2013*. Office coréen de la propriété intellectuelle : Daejeon.

KISTEP (2013) *Status of Private Companies R&D Activities in Korea.* Institut coréen d'évaluation et de planification scientifique et technologique : Séoul.

Ministère de l'éducation, de la science et de la technologie (2011) *Science and Technology Yearbook 2010.* Ministère coréen de l'éducation, de la science et de la technologie : Séoul.

Ministère de l'éducation, de la science et de la technologie (2008) *Second Basic Plan for Science and Technology, 2008–2013.* Ministère de l'éducation, de la science et de la technologie : Séoul.

Ministère de la science, des TIC et de la planification (2014a) *Science and Technology Yearbook 2013*. Ministère coréen de la science, des TIC et de la planification : Gwacheon.

Ministère de la science, des TIC et de la planification (2014b) *Survey of Research and Development in Korea 2013*. Ministère coréen de la science, des TIC et de la planification : Gwacheon.

Ministère de la science, des TIC et de la planification (2013a) *Fourth National Plan for the Promotion of Regional Science and Technology*, communiqué de presse. Ministère coréen de la science, des TIC et de la planification : Gwacheon.

Ministère de la science, des TIC et de la planification (2013b) *Statistical Report on the Technology Trade on Korea in Accordance with the OECD Technology Balance of Payments Manual*. Ministère coréen de la science, des TIC et de la planification : Gwacheon.

Ministère de la science, des TIC et de la planification (2013c) *Survey of Research and Development in Korea* 2012. Ministère coréen de la science, des TIC et de la planification : Gwacheon.

Ministère de la science, des TIC et de la planification et KISTEP (2014) *Government Research and Development Budget Analysis in the 2014 Financial Year*. Ministère coréen de la science, des TIC et de la planification et Institut coréen d'évaluation et de planification scientifique et technologique : Séoul.

NSTC (2013a) *Troisième plan de base pour la science et la technologie*. Conseil scientifique et technologique national : Gwacheon.

NSTC (2013b) *Science and Technology Yearbook 2012.* Conseil scientifique et technologique national : Gwacheon.

NSTC (2012) *Science and Technology Yearbook 2011.* Conseil scientifique et technologique national : Gwacheon.

Deok Soon Yim, né en 1963 en République de Corée, est titulaire d'un doctorat en études commerciales de l'École des hautes études de l'Université Chung-Aung à Séoul. Il est directeur de recherche à l'Institut de politique scientifique et technologique (STEPI) de Sejong. Ses recherches sont principalement axées sur les parcs scientifiques et technologiques, les pôles d'innovation régionaux et la mondialisation de la R&D. Il a été consultant pour le gouvernement coréen lors de la création de la Cité des sciences de Daedeok, devenue par la suite Daedeok Innopolis.

Jaewon Lee, né en 1984 en République de Corée, est chercheur à l'Institut de politique scientifique et technologique (STEPI) de Sejong. Avant de rejoindre le STEPI en 2014, il a mené des recherches au sein de l'Institut international de recherche sur la paix de Stockholm, grâce à une bourse versée par la Korean Foundation. Il est titulaire d'un Master en études internationales délivré par l'École de hautes études internationales de l'Université nationale de Séoul.

La responsabilité et le suivi efficace [de l'innovation] permettent de garantir que l'investissement produit un taux de rendement satisfaisant.

Rajah Rasiah et **V.G.R. Chandran**

Le docteur Kastoori Karupanan présente Digital Autopsy à la morgue de l'hôpital de Kuala Lumpur. Cette application de médecine légale génère une image en trois dimensions qui permet de visualiser et d'autopsier un corps virtuel en haute définition.

Photo : © Bazuki Muhammad/Reuters

26. Malaisie

Rajah Rasiah et V.G.R. Chandran

INTRODUCTION

La croissance économique est stable, mais des défis persistent

L'économie malaisienne a connu une croissance moyenne de 4,1 % par an entre 2002 et 2013, qui n'a marqué qu'une courte pause en 2009, au plus fort de la crise financière mondiale (figure 26.1). Les deux plans de relance adoptés par le gouvernement en novembre 2008 et mars 2009 expliquent au moins en partie le retour rapide à une croissance positive en 2010.

La Malaisie s'est rapidement ouverte à la mondialisation. Depuis le début de l'industrialisation axée sur les exportations en 1971, les entreprises multinationales sont venues s'installer en Malaisie, favorisant une augmentation rapide des exportations de produits manufacturés, qui a permis au pays de devenir l'un des premiers exportateurs mondiaux de produits électriques et électroniques. En 2013, la Malaisie représentait à elle seule 6,6 % des exportations mondiales de circuits intégrés et autres composants électroniques (OMC, 2014).

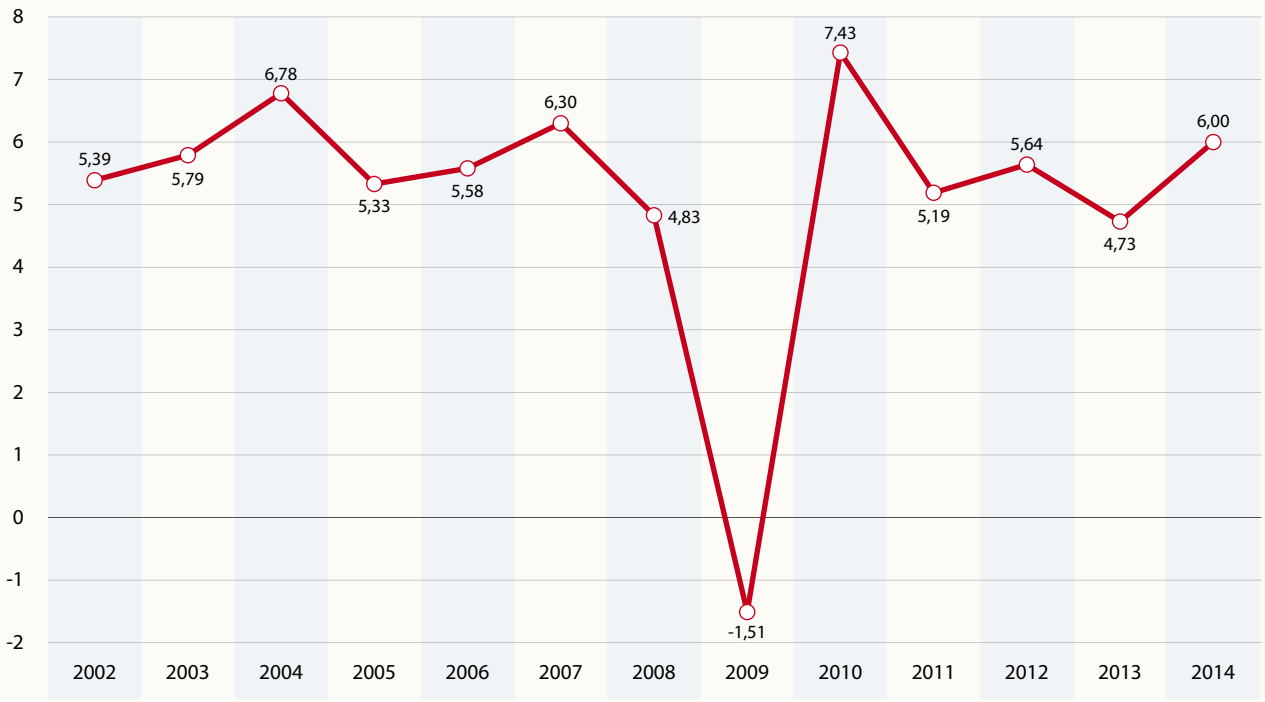
La croissance rapide et le resserrement du marché du travail qui s'en est suivi ont conduit le gouvernement malaisien à passer d'une économie à forte intensité de travail à une économie à forte intensité d'innovation dans les années 1990. Cet objectif est énoncé dans le document intitulé *The Way Forward* (1991), qui fixe pour objectif d'atteindre le statut de pays à revenu élevé d'ici 2020. Si la Malaisie a remarquablement bien réussi sa réforme structurelle ces deux dernières années, plusieurs domaines méritent des efforts supplémentaires pour que le pays atteigne son objectif. Examinons maintenant ces domaines un par un.

Du fait de l'augmentation rapide des exportations de produits électroniques à partir des années 1970, la Malaisie est devenue une plateforme incontournable en matière de production de produits de haute technologie. Aujourd'hui, la Malaisie est fortement intégrée dans le commerce mondial et l'industrie manufacturière représente plus de 60 % de ses exportations. La moitié de ces exportations (49 %) étaient destinées à l'Asie de l'Est[1] en 2010, contre seulement 29 % en 1980. Ces 15 dernières années, la part de l'industrie manufacturière dans le PIB a progressivement diminué, conséquence logique de la croissance concomitante des services et corollaire d'un développement accru. Il existe un lien étroit entre l'industrie manufacturière moderne et les services, car les industries de haute technologie sont souvent associées à une importante composante de services. Le développement du secteur des services n'est donc pas préoccupant en soi.

Ce qui est inquiétant en revanche, c'est que la transition vers le secteur tertiaire ne suscite pas le développement de services de haute technologie. En outre, bien que le volume

1. Essentiellement la Chine, l'Indonésie, les Philippines, la République de Corée, Singapour et la Thaïlande.

Figure 26.1 : **Croissance du PIB en Malaisie, 2002-2014 (%)**



Source : Banque mondiale, Indicateurs du développement dans le monde, juin 2015.

de la production manufacturière n'ait pas diminué, la valeur ajoutée apportée aux produits manufacturés est moins importante qu'auparavant. L'excédent commercial de la Malaisie a donc diminué, passant de 144 529 ringgits en 2009 à 91 539 ringgits en 2013. La Malaisie a également perdu du terrain en termes d'exportations de haute technologie. La production manufacturière de haute technologie a stagné en valeur absolue ces dernières années et sa part dans la valeur ajoutée globale a diminué, passant de 0,8 % en 2007 à 0,6 % en 2013. Au cours de la même période, la part mondiale de la Malaisie dans les exportations de haute technologie (biens et services) a diminué, passant de 4,6 % à 3,5 % (OMC, 2014). La contribution des industries de haute technologie au PIB national a également baissé.

La Malaisie a en outre besoin de réduire sa dépendance vis-à-vis de l'extraction pétrolière et gazière. En 2014, le pétrole et le gaz représentaient près de 32 % des recettes publiques. Même si le gaz naturel représentait environ 40 % de la consommation énergétique de la Malaisie en 2008, le pays a connu des pénuries de gaz depuis 2009, sous l'effet combiné de la diminution de l'approvisionnement national en gaz et de l'augmentation de la demande. De surcroît, la baisse marquée des cours mondiaux du pétrole entre juillet et décembre 2014 a conduit le gouvernement à réduire les dépenses en janvier 2015 afin de maintenir son déficit budgétaire à 3 %. Un récent examen du budget indique que la Malaisie ne pourra pas s'appuyer sur ses ressources naturelles pour accéder au statut de pays à revenu élevé d'ici 2020.

La hausse des inégalités constitue une préoccupation croissante en Malaisie, où l'écart entre les 20 % de travailleurs les plus aisés et les 40 % de travailleurs les plus pauvres se creuse. Initialement déployé en 2010 (sans grands résultats), le Programme de rationalisation des subventions du gouvernement a pris son envol en 2014 avec trois augmentations successives des prix du gaz naturel en une seule année. Le coût de la vie devrait augmenter du fait de la suppression des subventions à l'énergie et de la mise en place d'une taxe générale sur les ventes de biens de consommation en avril 2015. Les 40 % de Malaisiens qui se trouvent dans la tranche de revenu la plus basse sont également de plus en plus exposés aux risques sociaux et environnementaux. À titre d'exemple, l'incidence de la dengue a augmenté de 90 % en 2013 par rapport à l'année précédente, avec 39 222 cas répertoriés. Cette tendance pourrait être liée à la déforestation et/ou au changement climatique. La hausse du taux de criminalité est une autre cause de préoccupation.

Bien que la Malaisie reste déterminée à réduire d'ici 2020 ses émissions de carbone de 40 % par rapport aux niveaux de 2012, comme s'y est engagé le Premier Ministre malaisien lors de la Conférence de Varsovie sur le changement climatique en 2013, le pays rencontre des difficultés croissantes en termes de développement durable. Le Selangor, qui est le plus développé des États fédérés du pays, a connu des pénuries d'eau en janvier 2014. Celles-ci n'étaient pas dues au manque de précipitations (la Malaisie est située au niveau des tropiques), mais aux niveaux de pollution élevés et à l'assèchement des réservoirs du fait d'une utilisation excessive. Le défrichement et la déforestation restent des problèmes majeurs, causant des glissements de terrain et des déplacements de population. La Malaisie est le deuxième producteur d'huile de palme au monde, derrière l'Indonésie. Selon le tableau de bord des acheteurs d'huile de palme du Fonds mondial pour la nature, les deux pays produisaient environ 86 % de l'huile de palme en 2013. Depuis les années 1990, l'huile de palme est la troisième catégorie de produits la plus exportée par la Malaisie, derrière les combustibles fossiles (pétrole et gaz) et l'électronique. Environ 58 % du pays restait boisé en 2010. Le gouvernement s'étant engagé à préserver au moins la moitié de la superficie du pays sous forme de forêt primaire, la Malaisie n'a qu'une faible marge de manœuvre pour élargir l'étendue des terres déjà cultivées. Le pays devrait plutôt s'attacher à améliorer la productivité (Morales, 2010).

Éviter le piège du revenu intermédiaire

Le gouvernement de coalition de Najib Razak est arrivé au pouvoir en 2009, puis a été réélu en 2013. Le gouvernement estime qu'il faudrait une croissance annuelle de 6 % pour atteindre le statut de pays à revenu élevé d'ici 2020, ce qui est légèrement supérieur à la moyenne de ces 10 dernières années. Cet objectif nécessite de mettre davantage l'accent sur l'innovation.

Le *Programme de transformation économique* (ETP), qui contribue au *Programme de transformation nationale* (2009), a été l'un des premiers programmes mis en place par l'administration actuelle en 2010. L'ETP a jeté les bases de l'adoption du *Dixième plan de la Malaisie* (2011-2015) en 2010. Il vise à renforcer la compétitivité industrielle, à accroître l'investissement et à améliorer la gouvernance, notamment l'efficacité du secteur public. Ce programme doit être financé à hauteur de 92 % par le secteur privé. Il est axé sur 12 domaines de croissance :

- Le pétrole, le gaz et l'énergie ;
- L'huile de palme et le caoutchouc ;
- Les services financiers ;
- Le tourisme ;
- Les services aux entreprises ;
- Les produits électroniques et électriques ;
- Le commerce de gros et de détail ;
- L'éducation ;
- Les soins de santé ;
- La communication, les contenus et les infrastructures ;
- L'agriculture ;
- Le Grand Kuala Lumpur et la vallée du Klang.

Le programme identifie six initiatives de réforme stratégique permettant de stimuler la compétitivité et de créer un

contexte favorable aux entreprises : la concurrence, les normes et la libéralisation ; la réforme des finances publiques ; la prestation de services publics ; la réduction des disparités ; le rôle du gouvernement dans les affaires ; le développement du capital humain. La composante éducative du *Programme de transformation économique* se concentre sur quatre domaines essentiels : la finance et les affaires islamiques ; les sciences de la santé ; l'ingénierie de pointe ; l'hôtellerie et le tourisme.

QUESTIONS LIÉES À LA GOUVERNANCE DE LA STI

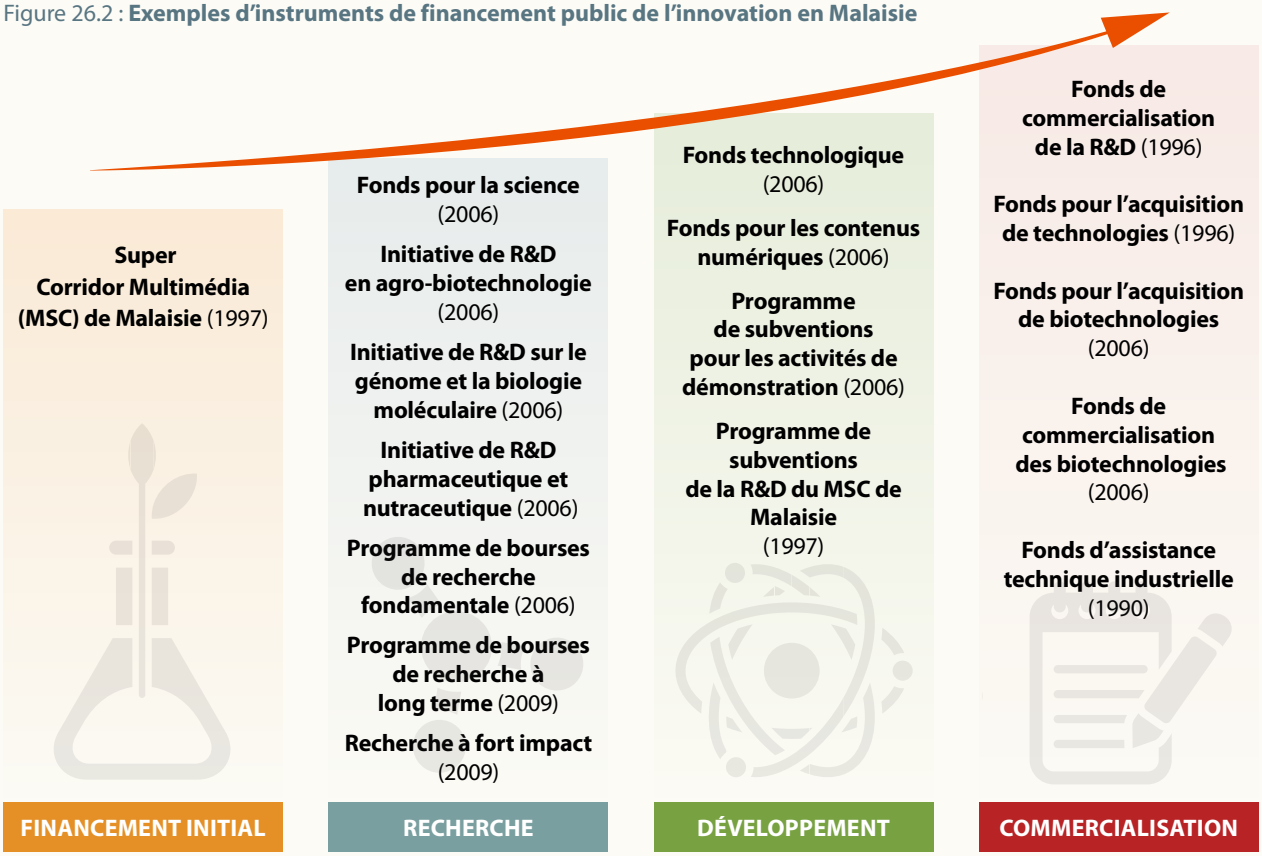
Montée en puissance de la science et de la technologie pour le développement inclusif

Malgré des progrès significatifs depuis les années 1970, la Malaisie reste retardataire par rapport à des économies asiatiques dynamiques comme la République de Corée, avec laquelle elle est souvent comparée. Les questions liées à la gouvernance et les faibles capacités institutionnelles en matière de STI figurent en tête des lacunes actuelles. De plus, les déficits budgétaires ont récemment commencé à exercer une pression sur les niveaux d'investissement public, y compris en matière de recherche et développement (R&D). Les crises récurrentes ont en particulier incité le gouvernement à orienter les dépenses vers la résolution des problèmes socio-économiques.

L'innovation pour le développement inclusif est arrivée sur le devant de la scène politique publique et fait actuellement l'objet d'un vaste débat en Malaisie, dans un contexte de faible productivité agricole, de multiplication des problèmes liés à la santé, de catastrophes naturelles, de problèmes environnementaux et même d'inflation monétaire. En 2014, le gouvernement a mis en place des bourses de recherche transdisciplinaire dans l'objectif d'inclure les avantages sociétaux parmi les critères de performance des universités de recherche du pays et de proposer des mesures d'incitation soutenant la science en faveur de la lutte contre la pauvreté et du développement durable.

Le développement de solutions innovantes aux problèmes répertoriés ci-dessus passe naturellement par une coordination interagences efficace, au-delà des frontières politiques. Le Ministère de la science, de la technologie et de l'innovation et le Ministère de l'éducation sont les fers de lance du système national d'innovation malaisien. Il semble relativement admis que la recherche appliquée incombe au premier, tandis que la recherche fondamentale relève du second, mais il n'existe aucun mécanisme permettant de coordonner ces deux types de recherche. Le Ministère

Figure 26.2 : **Exemples d'instruments de financement public de l'innovation en Malaisie**



Remarque : L'année de création du fonds est mentionnée entre parenthèses.

Source : Adapté de Ministère de la science, de la technologie et de l'innovation (2013).

de la science, de la technologie et de l'innovation supervise également l'innovation par le biais d'enquêtes, l'attribution de subventions et des évaluations, mais il ne dispose pas de l'exposition industrielle nécessaire pour coordonner efficacement les subventions industrielles, comme en témoigne l'absence de critère de performance efficace pour certains programmes de subventions gouvernementaux, notamment le fonds technologique, TechnoFund (figure 26.2). Il est important que ce rôle soit confié à un organisme plus proche des entreprises, par exemple le Ministère du commerce international et de l'industrie ou l'Autorité de développement industriel de la Malaisie (MIDA) qui est placée sous son autorité. La responsabilité et le suivi efficace permettent de garantir que l'investissement produit un taux de rendement satisfaisant.

Malgré le rôle que le gouvernement joue depuis longtemps dans le financement des programmes de R&D, il n'existe actuellement aucune approche systématique en matière d'évaluation et de suivi de ces programmes. Pour remédier à cette situation, il faudrait mettre en place un cadre juridique et impliquer les parties prenantes dès les premiers stades d'élaboration des critères d'évaluation et de suivi des performances. Un organisme de suivi indépendant pourrait en effet améliorer le degré de responsabilité et de transparence en matière d'attribution et de collecte des fonds de R&D, tout en réduisant les doublons.

Certains reconnaissent la nécessité de mieux coordonner la STI, en particulier en ce qui concerne la recherche et la commercialisation des résultats. En 2014, le Conseil national de recherche scientifique a ainsi émis une proposition visant à créer une agence centrale indépendante chargée de coordonner la R&D. Cette agence aurait notamment pour mission de mener des études de prévision technologique, et assurerait le suivi, l'évaluation et la gestion de la R&D.

De nombreux problèmes ont refait surface dans la politique actuelle

L'intérêt des pouvoirs publics pour la STI remonte à la *Première politique scientifique et technologique* adoptée en 1986. Celle-ci a été suivie par un *Plan d'action pour le développement de technologies industrielles* en 1991, qui avait pour objectif de favoriser le développement de secteurs stratégiques à forte concentration de savoir, ainsi que par la création d'organismes intermédiaires tels que des centres de formation, des universités et des laboratoires de recherche censés accélérer ce processus. C'est cependant la *Deuxième politique scientifique et technologique* (2002-2010) qui est considérée comme la première véritable politique nationale complète comprenant des stratégies et des plans d'action spécifiques en faveur de la STI.

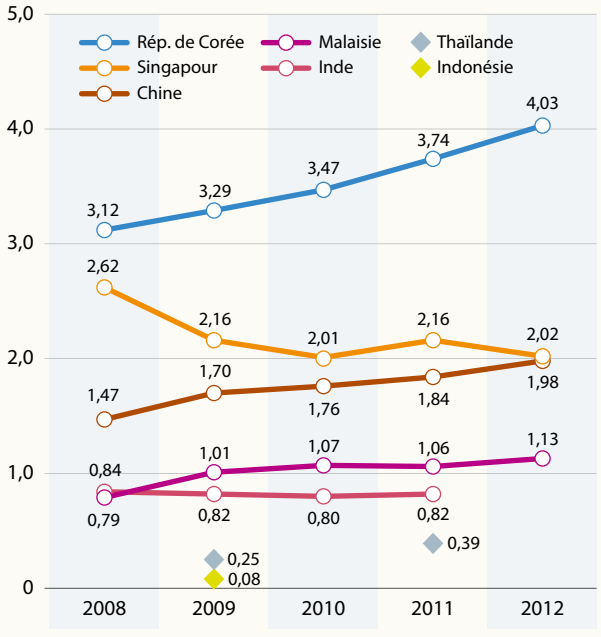
La *Troisième politique scientifique et technologique nationale* (2013-2020), actuellement en vigueur, met l'accent sur : la création et l'utilisation des connaissances ; le développement des talents ; l'accélération de l'innovation dans l'industrie ; l'amélioration du cadre de gouvernance de la STI en appui à l'innovation. Nombre des problèmes visés par les deux premières politiques ont néanmoins refait surface dans la troisième, ce qui implique que les objectifs fixés par les politiques précédentes n'ont pas été atteints, notamment la diffusion de la technologie, la contribution du secteur privé à la R&D et à l'innovation, la commercialisation, le suivi et l'évaluation.

Sans la R&D des entreprises, l'objectif de 2020 ne sera pas atteint

Il ne fait aucun doute que la R&D contribue bien plus au développement du pays qu'il y a encore 10 ans. Entre 2008 et 2012, les dépenses intérieures brutes de R&D (DIRD) ont augmenté, passant de 0,79 % à 1,13 % du PIB (figure 26.3). Ce phénomène est d'autant plus remarquable que le PIB a augmenté régulièrement au cours de la même période. Malgré ce progrès, la Malaisie reste distancée par Singapour et la République de Corée dans ce domaine. L'écart est particulièrement important en termes de dépenses de R&D des entreprises (DIRDE). En 2012, le ratio DIRDE/PIB de la Malaisie s'élevait à 0,73 %, contre 1,2 % à Singapour et 3,1 % en République de Corée. La Malaisie vise un ratio DIRD/PIB de 2,0 % à l'horizon 2020. Le dynamisme du secteur des entreprises conditionnera grandement la réalisation de cet objectif.

Si la contribution du secteur privé à la R&D a considérablement augmenté depuis 2005, en particulier, sa part reste relativement faible par rapport aux économies asiatiques dynamiques. Entre 2006 et 2011, par exemple, 25 423 brevets liés aux TIC ont été déposés aux États-Unis par des citoyens coréens, contre seulement 273 par des citoyens malaisiens (Rasiah *et al.*, 2015a et 2015b).

Figure 26.3 : **Ratio DIRD/PIB en Malaisie, 2008-2012**
Les données des autres pays sont indiquées à titre de comparaison



Source : Institut de statistique de l'UNESCO, mai 2015.

Encadré 26.1 : **Une plateforme multinationale pour stimuler l'innovation dans les domaines des appareils électriques et de l'électronique**

Pour combler les lacunes de l'écosystème local d'innovation, un groupe d'entreprises multinationales a créé sa propre plateforme de recherche participative dans les domaines de l'ingénierie, de la science et de la technologie. Créé en 2012, ce partenariat tripartite entre l'industrie, l'université et l'État s'efforce de répondre aux besoins en matière de recherche des secteurs électrique et électronique, qui emploient près de 5 000 chercheurs et ingénieurs.

Cette plateforme a été créée par dix grandes entreprises des secteurs électrique et électronique : Advanced Micro Devices, Agilent Technologies, Altera, Avago Technologies, Clarion, Intel, Motorola Solutions, National Instruments, Osram et Silterra. Ces multinationales génèrent un revenu annuel de près de 25 milliards de ringgits (environ 6,9 milliards de dollars US) et investissent près de 1,4 milliard de ringgits dans la R&D. Elles utilisent activement les subventions gouvernementales depuis 2005 (Rasiah et al., 2015a).

L'autorité de mise en œuvre du corridor septentrional, Khazanah Nasional, l'Université de Malaya et l'Université des sciences de Malaisie travaillent en étroite collaboration avec la propre plateforme de recherche participative dans les domaines de l'ingénierie, de la science et de la technologie. Outre la R&D, cette dernière soutient le développement des talents, l'objectif ultime étant d'aider l'industrie à accroître la valeur ajoutée de ses produits.

Source : www.crest.my.

Les retombées de la R&D ne sont pas conséquentes, malgré la forte présence d'entreprises multinationales en Malaisie. Cela est dû à l'absence d'une masse critique d'infrastructures de R&D, en particulier en ce qui concerne le capital humain et les laboratoires spécialisés dans la R&D exploratoire au sein des universités de recherche et des instituts publics (OCDE, 2013 ; Rasiah, 2014).

La participation des multinationales à la R&D exploratoire reste limitée en Malaisie. Des mesures proactives doivent donc être prises pour développer cette activité (Rasiah *et al.*, 2015a). La R&D menée par les entreprises nationales et étrangères reste en grande partie cantonnée à la prolifération de produits et à la résolution de problèmes. Par exemple, dans le secteur des TIC, aucune entreprise ne mène des activités de R&D visant à miniaturiser les nœuds technologiques ou à élargir le diamètre des plaquettes. Les activités d'innovation ont tendance à se limiter au transfert et à la diffusion de technologies par le biais d'échanges intrasectoriels, en particulier dans les zones franches du pays. L'attention constante portée aux opérations de type production ne pourra que contribuer à l'innovation incrémentale (Rasiah, 2010). En 2012, un groupe de multinationales a créé une plateforme chargée de promouvoir la R&D participative. Bien que cette initiative aille dans le bon sens, il est trop tôt à ce stade pour évaluer sa réussite (encadré 26.1).

Le déficit actuel de connaissances, de capacités et de financements n'incite pas non plus les petites et moyennes entreprises (PME) à faire de la recherche et développement. La plupart des PME qui travaillent en tant que sous-traitants pour des entreprises multinationales restent cantonnées au rôle de fabricants d'équipements d'origine, ce qui les empêche de participer à la conception originale et à la fabrication sous marque d'origine. Les PME ont donc besoin d'un soutien accru pour accéder aux connaissances, aux capacités et aux financements nécessaires. L'une des principales stratégies consiste à mettre les PME en relation avec les incubateurs d'entreprises des parcs scientifiques et technologiques du pays.

Tableau 26.1 : **Densité des industries de haute technologie en Malaisie, 2000, 2010 et 2012**

Les données des autres pays sont indiquées à titre de comparaison

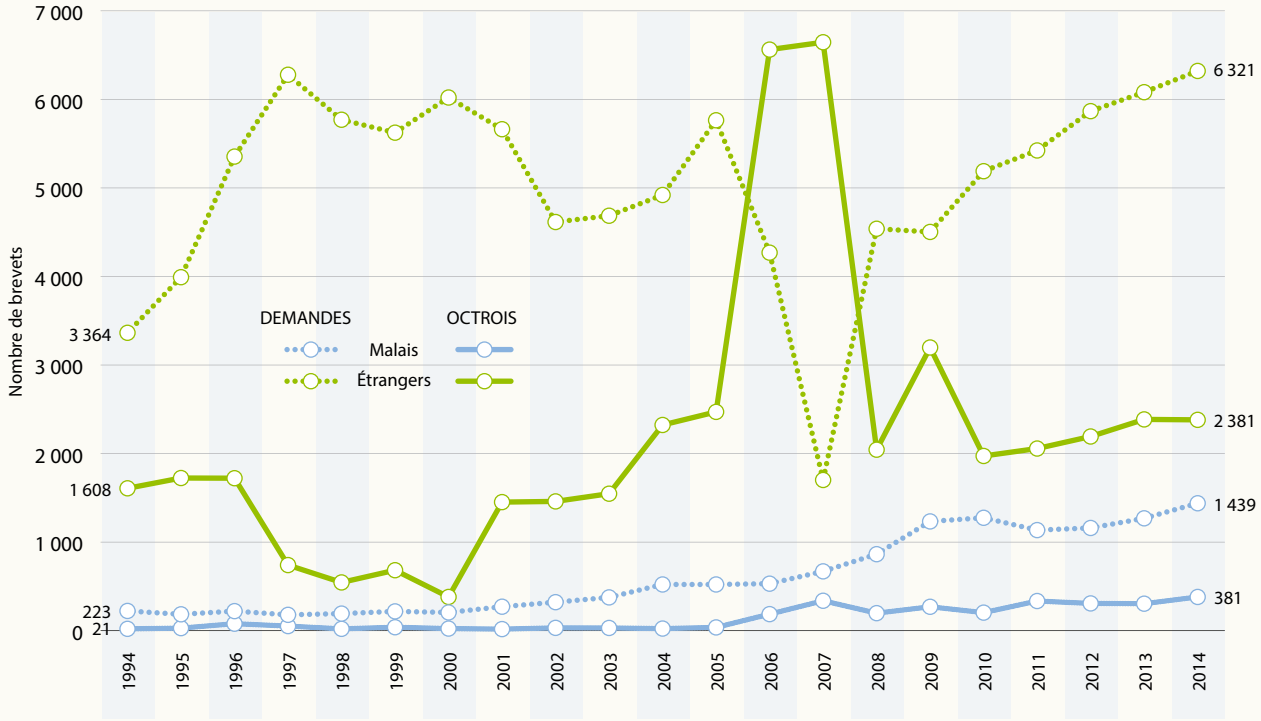
	Part dans le monde, 2000 (%)	Part dans le monde, 2010 (%)	Part dans le monde, 2012 (%)	Part des exportations de produits manufacturés, 2000 (%)	Part des exportations de produits manufacturés, 2010 (%)	Part des exportations de produits manufacturés, 2012 (%)
Malaisie	4,05	3,33	3,08	59,57	44,52	43,72
Thaïlande	1,49	1,92	1,70	33,36	24,02	20,54
Indonésie	0,50	0,32	0,25	16,37	9,78	7,30
Inde	0,18	0,57	0,62	6,26	7,18	6,63
Rép. de Corée	4,68	6,83	6,10	35,07	29,47	26,17
Brésil	0,52	0,46	0,44	18,73	11,21	10,49
Japon	11,10	6,86	6,20	28,69	17,97	17,41
Singapour	6,37	7,14	6,44	62,79	49,91	45,29
Chine	3,59	22,82	25,41	18,98	27,51	26,27
États-Unis	17,01	8,18	7,48	33,79	19,93	17,83
Union européenne	33,82	32,31	32,00	21,40	15,37	15,47

Source : Banque mondiale, Indicateurs du développement dans le monde, avril 2015.

Les exportations de haute technologie marquent le pas

Si les découvertes et le dépôt de brevets sont fondamentaux pour la compétitivité axée sur les exportations et la stratégie de croissance de la Malaisie, il semble que le retour sur investissement de la R&D reste faible (Chandran et Wong, 2011). Bien que les demandes de brevets auprès de l'Office malaisien des brevets aient régulièrement augmenté au fil des ans (7 205 en 2013), l'Organisation mondiale de la propriété intellectuelle indique qu'elles sont largement distancées par des concurrents tels que la République de Corée (204 589 en 2013). Les demandes nationales semblent en outre être de moindre qualité en Malaisie, avec un ratio cumulé subventions/

Figure 26.4 : **Demandes et octrois de brevets en Malaisie, 1994-2014**



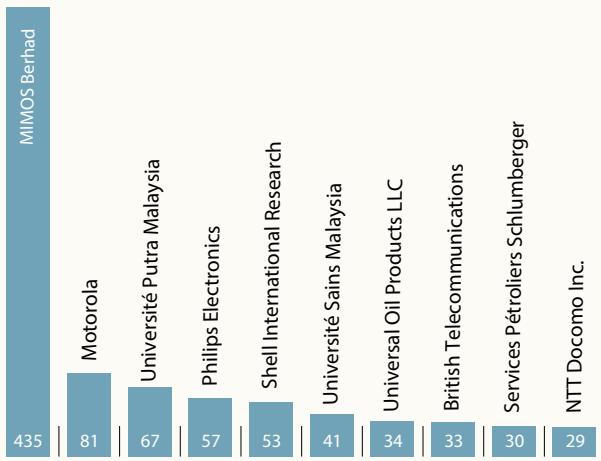
Remarque : Les données pour 2014 vont de janvier à novembre.

Source : Office malaisien des brevets, mars 2014.

demandes de 18 % entre 1989 et 2014, contre 53 % pour les demandeurs internationaux au cours de la même période. De plus, les organismes de recherche universitaires et publics de Malaisie semblent avoir une capacité limitée à convertir la recherche en droits de propriété intellectuelle. Privatisé en 1992, l'Institut malaisien des systèmes micro-électroniques (MIMOS)[2] est le principal institut public de R&D de Malaisie.

2. Cet institut était rattaché au cabinet du Premier Ministre jusqu'à sa privatisation.

Figure 26.5 : **Principaux titulaires de brevets en Malaisie, 2010**



Source : Données compilées à partir de la base de données du PCT.

Il était à l'origine de 45 % à 50 % des brevets déposés au niveau national en 2010 (figures 26.4 et 26.5), mais le faible nombre de citations résultant de ces brevets suggère que le taux de commercialisation est faible. Il est quelque peu préoccupant que la part mondiale de la Malaisie en matière de densité des hautes technologies ait décliné au fil des ans et que la contribution des industries de haute technologie aux exportations de produits manufacturés ait considérablement diminué depuis 2000 (tableau 26.1).

Nécessité d'accroître le taux de rendement de la R&D

Comme le démontrent Thiruchelvam *et al.* (2011), le retour sur investissement de la R&D reste faible, malgré l'attention accrue portée à la précommercialisation et à la commercialisation dans le *Neuvième plan pour la Malaisie* (2006-2010). Ce faible taux de commercialisation est largement imputable au manque de collaboration entre les universités et l'industrie, à la rigidité des organismes de recherche et aux difficultés liées à la coordination des politiques. Les universités semblent restreindre la commercialisation de leurs résultats de recherche à des domaines spécifiques comme la santé ou les TIC.

En 2010, le gouvernement a créé l'Agence malaisienne pour l'innovation afin de favoriser la commercialisation de la recherche. La Corporation malaisienne du développement technologique a également déployé des efforts concrets pour aider les entreprises à convertir les subventions de commercialisation en produits viables. Dans l'ensemble,

cependant, les résultats n'ont pas été encourageants. Les succès de commercialisation se sont limités à une poignée d'organisations, à savoir le Conseil malaisien de l'huile de palme (encadré 26.2), l'Institut de recherche sur le caoutchouc de Malaisie, ainsi que les Universités Putra Malaysia et Sains Malaysia.

Cinq ans après sa création, l'Agence malaisienne pour l'innovation n'a eu qu'un impact limité sur la commercialisation, du fait de ses ressources limitées et du manque de clarté de son rôle par rapport au Ministère de la science, de la technologie et de l'innovation. Certains éléments laissent néanmoins penser qu'elle commence à jouer un rôle moteur en matière de commercialisation et de culture de l'innovation, en particulier au-delà des fabricants de matériel, auprès des entreprises[3] qui proposent des services, par exemple de transport aérien. Cependant, il lui faut encore renforcer ses liens avec les autres agences et ministères afin de garantir la mise en œuvre efficace des stratégies et plans gouvernementaux. Il serait également souhaitable de consolider les différents ministères et agences impliqués dans la STI afin de faciliter des actions collectives efficaces tout en préservant la concurrence au sein du système.

3. Une enquête menée en 2012 par le Centre d'information scientifique et technologique de Malaisie indique que la grande majorité des entreprises qui réalisent des innovations de produit ont recours à la R&D interne (82 % dans l'industrie manufacturière et 80 % dans les services), tandis que la plupart des autres (respectivement 17 % et 15 %) mènent la R&D en partenariat avec d'autres entreprises (MASTIC, 2012).

Encadré 26.2 : **Le secteur malaisien de l'huile de palme**

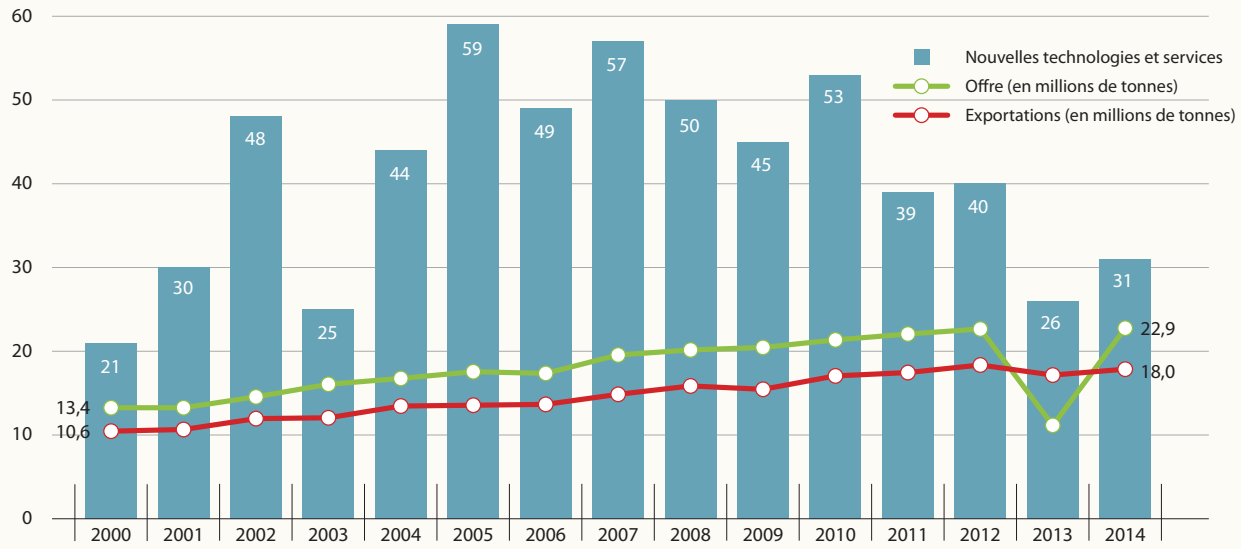
Le secteur de l'huile de palme contribue à la R&D par le biais d'un fonds fiscal géré par le Conseil malaisien de l'huile de palme (figure 26.6). Celui-ci tire l'essentiel de ses financements de la taxe prélevée auprès du secteur pour chaque tonne d'huile de palme et d'huile de palmiste produite. Il bénéficie en outre d'une enveloppe budgétaire en vue du financement de projets de développement et de projets de recherche approuvés par le Programme de bourses de recherche à long terme. Par le biais de cette taxe, le secteur de l'huile de palme contribue donc de manière significative au financement des bourses de recherche proposées par le Conseil malaisien de l'huile de palme. Ces subventions s'élevaient à 2,04 milliards de ringgits (environ 565 millions de dollars des États-Unis) entre 2000 et 2010.

Le Conseil malaisien de l'huile de palme publie plusieurs revues, notamment le Journal of Oil Palm Research. Il supervise également l'Institut de recherche sur la tourbe tropicale, qui étudie l'impact de la plantation de palmiers à huile dans les tourbières et les gaz à effet de serre produits par ces dernières.

Il soutient en outre l'innovation dans des domaines tels que le biodiesel et les utilisations possibles de la biomasse de palmier et des déchets organiques. Ses recherches sur la biomasse ont permis le développement de produits en bois et en papier, d'engrais, de sources de bioénergie, de revêtements en polyéthylène pour le secteur automobile et d'autres produits issus de la biomasse de palmier.

Le Conseil malaisien de l'huile de palme, issu de la fusion entre l'Institut malaisien de recherche sur l'huile de palme et l'Autorité d'enregistrement et de licence de l'huile de palme décidée par le Parlement en 2009, a enregistré une augmentation du nombre de technologies nouvelles commercialisées, qui est passé de 16 à 20 entre 2013 et 2014.

Figure 26.6 : **Principaux indicateurs du secteur malaisien de l'huile de palme, 2000-2014**



Source : Conseil malaisien de l'huile de palme (2015) ; base de données Comtrade des Nations Unies.

Source : www.mpob.gov.my.

Tableau 26.2 : **Fabricants de semi-conducteurs à Penang et Kedah ayant des activités de R&D et/ou de conception de puces, 2014**

	Pays d'origine	Année de création	Secteur	Activité principale	Développement
Advanced Micro Devices	États-Unis	1972	Fabrication de dispositifs intégrés	Montage et mise à l'essai	Service de R&D interne soutenant le montage et la mise à l'essai
Altera	États-Unis	1994	Fabrication de dispositifs intégrés	Centre de conception	Service de R&D interne soutenant la conception
Avago Technologies	Singapour	1995	Fabrication de dispositifs intégrés	Montage et mise à l'essai	Service de R&D interne soutenant le montage et la mise à l'essai de composants analogiques, à signaux mixtes et optoélectroniques
Fairchild	États-Unis	1971	Fabrication de dispositifs intégrés	Montage et mise à l'essai	Initialement National Semiconductor ; service de R&D interne soutenant le montage et la mise à l'essai
Globetronics	Malaisie	1991	Sans usine	Découpage, tri, placage et montage de LED	Service de R&D soutenant la production
Infineon	Allemagne	2005	Fabrication de dispositifs intégrés	Fabrication de plaquettes	Fabrication de puces « 8 » ; service de R&D interne soutenant la fabrication de plaquettes
Intel	États-Unis	1972	Fabrication de dispositifs intégrés	Montage et mise à l'essai	Service de R&D interne soutenant le montage et la mise à l'essai
Intel	États-Unis	1991	Fabrication de dispositifs intégrés	Centre de conception	Conception de circuits intégrés ; site précédemment utilisé par Intel Technology à partir de 1979 ; service de R&D interne d'appui
Marvell Technology	États-Unis	2006	Sans usine	Centre de conception	Service de R&D interne d'appui
Osram	Allemagne	1972	Fabrication de dispositifs intégrés	Fabrication de plaquettes	Créé sous le nom de Litronix en 1972 ; racheté par Siemens Litronix en 1981 ; devenu Osram Optoelectronics en 1992 ; montage et mise à l'essai, puis fabrication de plaquettes depuis 2005 ; service de R&D interne d'appui
Renesas Semiconductor Design	Japon	2008	Fabrication de dispositifs intégrés	Centre de conception	Spécialisé dans la conception ; service de R&D interne d'appui
Renesas Semiconductor Malaysia	Japon	1972	Fabrication de dispositifs intégrés	Montage et mise à l'essai	Service de R&D d'appui depuis 1980 ; élargissement des activités de R&D depuis 2005
Silterra	Malaisie	1995	Fonderie	Fabrication de plaquettes	Initialement Wafer Technology Malaysia, mais rebaptisé Silterra en 1999 ; service de R&D interne soutenant la fabrication de plaquettes

Remarque : « Sans usine » fait référence à la conception et à la commercialisation de périphériques et de puces à semi-conducteurs, la fabrication de ces dispositifs étant sous-traitée à une fonderie de semi-conducteurs.

Source : Rasiah *et al.* (2015a).

Les nombreux parcs scientifiques et technologiques de Malaisie bénéficient de mesures d'incitation gouvernementales conçues pour favoriser la commercialisation, notamment le Programme de bourses de recherche à long terme, le Programme de bourses de recherche fondamentale, le Fonds technologique et le Fonds pour la cyberscience (figure 26.2). Bien que ces deux premiers programmes de subventions soient essentiellement axés sur la recherche fondamentale, les demandeurs sont également encouragés à commercialiser leurs découvertes. Le Fonds technologique et le Fonds pour la cyberscience, quant à eux, se concentrent exclusivement sur la commercialisation. Il est absolument nécessaire d'évaluer leur rôle et leur taux de réussite en termes de promotion de la commercialisation. Il est également nécessaire de renforcer les capacités institutionnelles des technoparcs et de s'assurer que ces organismes publics ciblent efficacement la commercialisation des connaissances, en convertissant le plus possible les subventions en produits et services dignes d'être commercialisés. C'est ce que l'on appelle la dissipation minimale des rentes (Rasiah *et al*., 2015a). La plupart des entreprises multinationales basées en Malaisie sont spécialisées dans les TIC et sont situées au Kulim Hi-Tech Park (Kedah) ou à Penang (tableau 26.2).

En 2005, le Ministère de la science, de la technologie et de l'innovation a élargi aux multinationales les bourses de recherche qu'il proposait aux entreprises nationales depuis 1992 (Rasiah *et al*., 2015b). Le nombre de brevets déposés aux États-Unis par des entreprises étrangères spécialisées dans les circuits intégrés a alors augmenté, passant de 39 entre 2000 et 2005 à 270 entre 2006 et 2011. Comme à Singapour, ces bourses concernent à la fois la recherche fondamentale et la recherche appliquée (figure 26.2). Cependant, alors qu'à Singapour les parcs scientifiques et les liens entre les universités et l'industrie ont largement contribué à la réussite de ces programmes, ces relais continuent à évoluer en Malaisie (Subramoniam et Rasiah, à paraître).

La réforme des universités a stimulé la productivité

En 2006, le gouvernement a lancé un *Plan stratégique pour l'enseignement supérieur après 2020*, qui a permis de créer cinq universités de recherche au cours des trois années qui ont suivi et d'accroître le financement public en faveur du troisième cycle. Pendant plus de 10 ans, les dépenses publiques pour l'enseignement supérieur ont représenté environ un tiers du budget de l'éducation (Thiruchelvam *et al.*, 2011). La Malaisie dépense plus dans ce domaine que n'importe lequel de ses voisins d'Asie du Sud-Est, mais le niveau d'investissement avait quelque peu diminué entre 2003 et 2007, passant de 2,6 % à 1,4 % du PIB. Les dépenses pour l'enseignement supérieur sont ensuite revenues à leur niveau antérieur, puisqu'elles représentaient 2,2 % du PIB en 2011 (voir figure 27.5).

La hausse vertigineuse des publications scientifiques depuis 2009 (figure 26.7) est une conséquence directe de la décision prise par le gouvernement de promouvoir l'excellence dans cinq universités de recherche, à savoir : l'Université de Malaya, l'Université Sains Malaysia, l'Université nationale de Malaisie, l'Université Putra Malaysia et l'Université de technologie de Malaisie. En 2006, le gouvernement a décidé de proposer des bourses de recherche universitaire. Entre 2008 et 2009, ces cinq universités ont vu les financements publics qui leur étaient destinés augmenter d'environ 71 % (ISU, 2014).

Outre ce financement ciblé de la R&D, les indicateurs clés de performance du personnel enseignant ont été modifiés. Le taux de publication du personnel est ainsi devenu un important critère de promotion. En parallèle, en 2009, le Ministère de l'enseignement supérieur a conçu et mis en œuvre un système de mesure et de notification des performances destiné aux universités, qui ont également été autorisées à mettre en place des systèmes d'évaluation et de suivi internes.

Du fait de l'augmentation du financement de la R&D par le Ministère de l'enseignement supérieur, la part de la recherche fondamentale a augmenté, passant de 11 % des DIRD en 2006 à 34 % en 2012. L'essentiel du budget continue à financer la recherche appliquée, qui représentait 50 % des DIRD en 2012. Entre 2008 et 2011, la majorité des publications scientifiques portaient sur l'ingénierie (30,3 %), suivie par la biologie (15,6 %), la chimie (13,4 %), les sciences médicales (12,0 %) et la physique (8,7 %).

Il n'en reste pas moins que la Malaisie a encore du chemin à parcourir pour renforcer l'impact de sa production scientifique. Avec 0,8 citation par article en 2010, la Malaisie accusait un certain retard par rapport aux moyennes de l'OCDE (1,08) et du G20 (1,02), mais également par rapport à des voisins comme Singapour, la République de Corée ou la Thaïlande (voir figure 27.8). Elle était l'une des lanternes rouges de l'Asie du Sud-Est et de l'Océanie en termes de taux de citation et de part de ses publications scientifiques dans les 10 % de publications les plus citées entre 2008 et 2012 (figure 27.8).

Tableau 26.3 : **Inscriptions à l'université en Malaisie, 2007 et 2010**

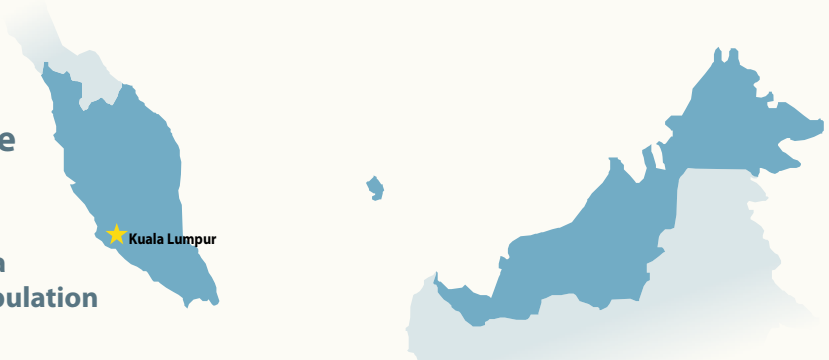
	Effectifs totaux (milliers) 2007	Privé (%) 2007	Effectifs totaux (milliers) 2010	Privé (%) 2010
Licence	389	36	495	45
Master	35	13	64	22
Doctorat	11	9	22	18

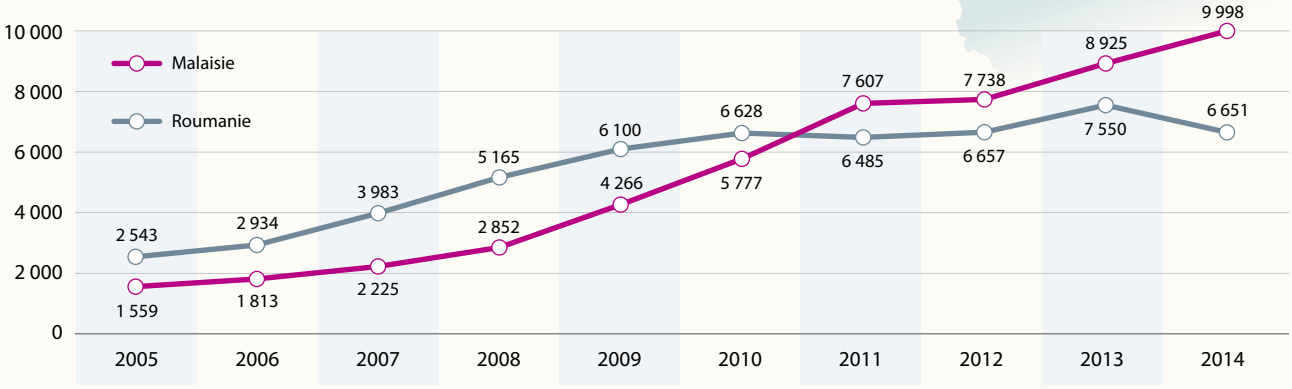
Source : ISU (2014).

Bien que le système universitaire dispose de mesures de performance plus objectives pour évaluer les résultats du financement de la recherche et son impact sur le développement socio-économique et le développement durable, il manque encore un système similaire pour les instituts de recherche publics. En 2013, le gouvernement a adopté une approche fondée sur les résultats pour évaluer l'investissement public en R&D, qui comprend le financement de projets sur la durabilité et les questions éthiques. La bourse de recherche de l'Université de Malaya a notamment pris en compte ce critère en intégrant les sciences humaines et

Figure 26.7 : **Tendances en matière de publications scientifiques en Malaisie, 2005-2014**

Le nombre de publications malaisiennes a dépassé celui de la Roumanie, dont la population est comparable





0,83

Taux de citation moyen des publications malaisiennes, 2008-2012 ; la moyenne de l'OCDE est de 1,08 ; la moyenne du G20 est de 1,02.

8,4 %

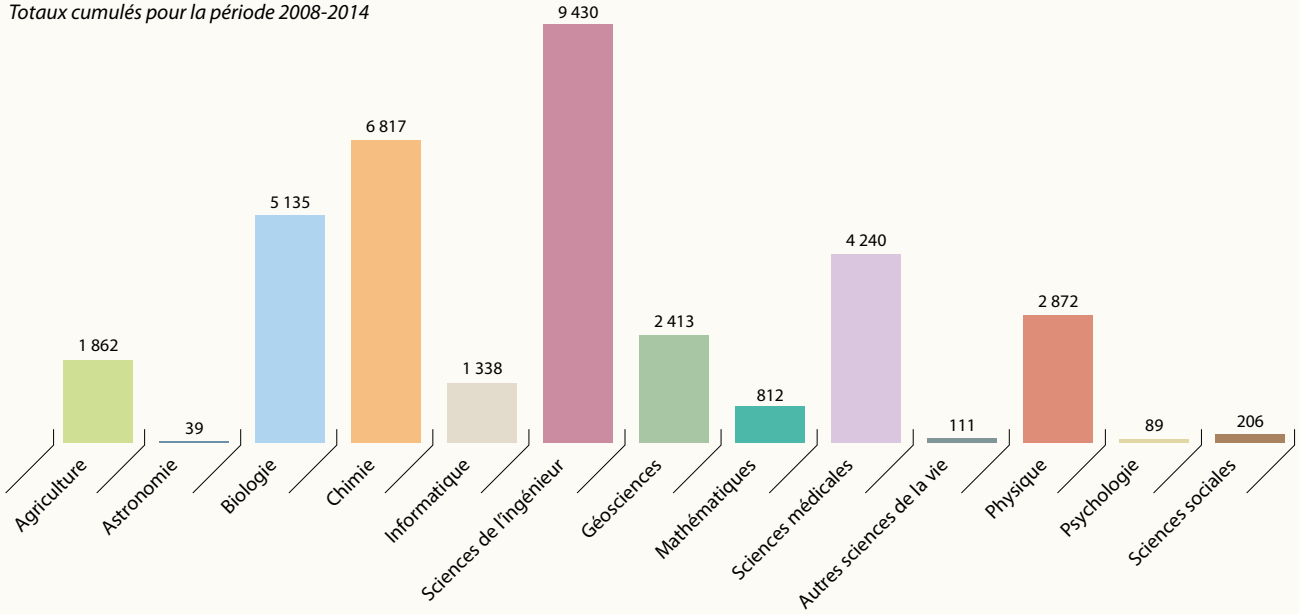
Part des publications malaisiennes dans les 10 % de publications les plus citées, 2008-2012 ; la moyenne de l'OCDE est de 11,1 % ; la moyenne du G20 est de 10,2 %.

46,4 %

Pourcentage d'articles malaisiens ayant au moins un coauteur étranger, 2008-2014 ; La moyenne de l'OCDE est de 29,4 % ; La moyenne du G20 est de 24,6 %.

Près de la moitié des publications malaisiennes sont consacrées à l'ingénierie ou à la chimie

Totaux cumulés pour la période 2008-2014



Remarque : Les 11 799 articles non indexés entre 2008 et 2014 sont exclus des totaux par discipline.

Les principaux partenaires scientifiques de la Malaisie sont répartis sur quatre continents

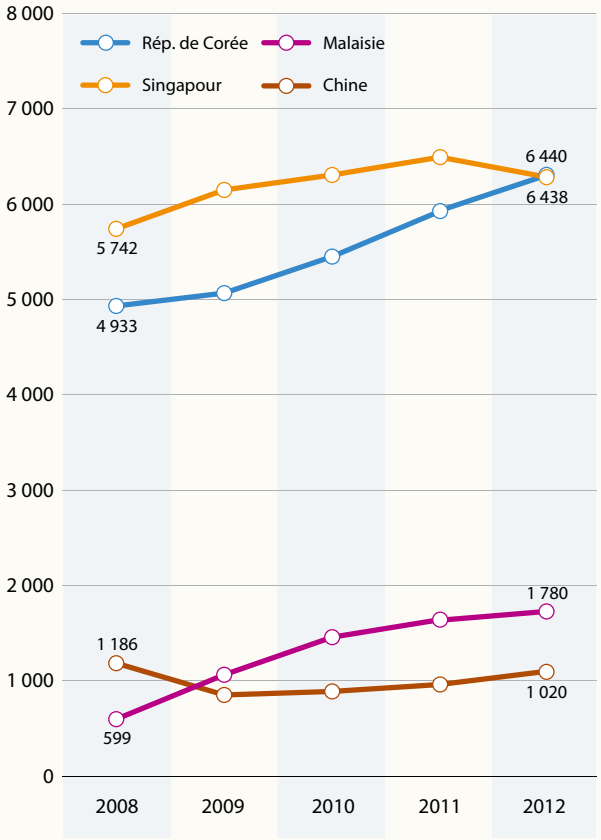
Principaux partenaires étrangers, 2008-2014 (nombre d'articles)

	1er partenaire	2e partenaire	3e partenaire	4e partenaire	5e partenaire
Malaisie	Royaume-Uni (3 076)	Inde (2 611)	Australie (2 425)	Iran (2 402)	États-Unis (2 308)

Source : Plate-forme de recherche Web of Science de Thomson Reuters, Science Citation Index Expanded ; traitement des données par Science-Metrix.

Figure 26.8 : **Chercheurs (ETP) par million d'habitants en Malaisie, 2008-2012**

Les données des autres pays sont indiquées à titre de comparaison



Source : Institut de statistique de l'UNESCO, mai 2015.

l'éthique, les sciences sociales et comportementales et la science de la durabilité parmi ses domaines prioritaires pour le financement de la recherche.

TENDANCES EN MATIÈRE DE RESSOURCES HUMAINES

Forte augmentation de la densité des chercheurs

Le nombre de chercheurs en équivalent temps plein (ETP) en Malaisie a été multiplié par trois entre 2008 et 2012, passant de 16 345 à 52 052. La densité des chercheurs s'élevait donc à 1 780 par million d'habitants en 2012 (figure 26.8). Bien que ce chiffre soit nettement supérieur à la moyenne mondiale, il n'arrive pas aux niveaux de la République de Corée ou de Singapour.

Le gouvernement souhaite développer les capacités de recherche endogènes afin de réduire la dépendance du pays vis-à-vis de la recherche industrielle menée par les multinationales étrangères. Le *Plan stratégique pour l'enseignement supérieur après 2020* a fixé pour objectif de former 100 000 titulaires de doctorat d'ici 2020 et d'accroître le taux de participation dans l'enseignement supérieur, qui passerait de 40 % à 50 %. Ces 100 000 titulaires de doctorat seront formés localement, à l'étranger et par le biais de programmes conjoints avec des universités étrangères (ISU, 2014). Dans le cadre de cet effort, le gouvernement a octroyé 500 millions de ringgits (environ 160 millions de dollars des Etats-Unis) au financement des études de troisième cycle. Cette mesure a permis de multiplier par deux le nombre d'inscriptions dans des programmes de doctorat entre 2007 et 2010 (tableau 26.3).

Singapour concentre une grande partie de la diaspora

Malgré l'augmentation du nombre d'étudiants de troisième cycle depuis 2007, la fuite des cerveaux reste une source de préoccupation. Singapour attire à elle seule 57 % de la diaspora, tandis que les autres migrants optent pour l'Australie, le Brunéi Darussalam, les États-Unis et le Royaume-Uni. Certains signes montrent que la diaspora qualifiée est désormais trois fois plus importante qu'il y a 20 ans, ce qui a réduit le bassin de ressources humaines et incontestablement ralenti les progrès en matière de STI. Pour résoudre ce problème, le gouvernement a lancé TalentCorp et un Programme ciblé de retour des experts (Ministère de la science, de la technologie et de l'innovation, 2009). Bien que 2 500 rapatriés aient bénéficié de ce mécanisme d'incitation depuis 2011, le programme n'a pas encore eu d'impact significatif.

Forte augmentation du nombre d'étudiants étrangers et dans les universités privées

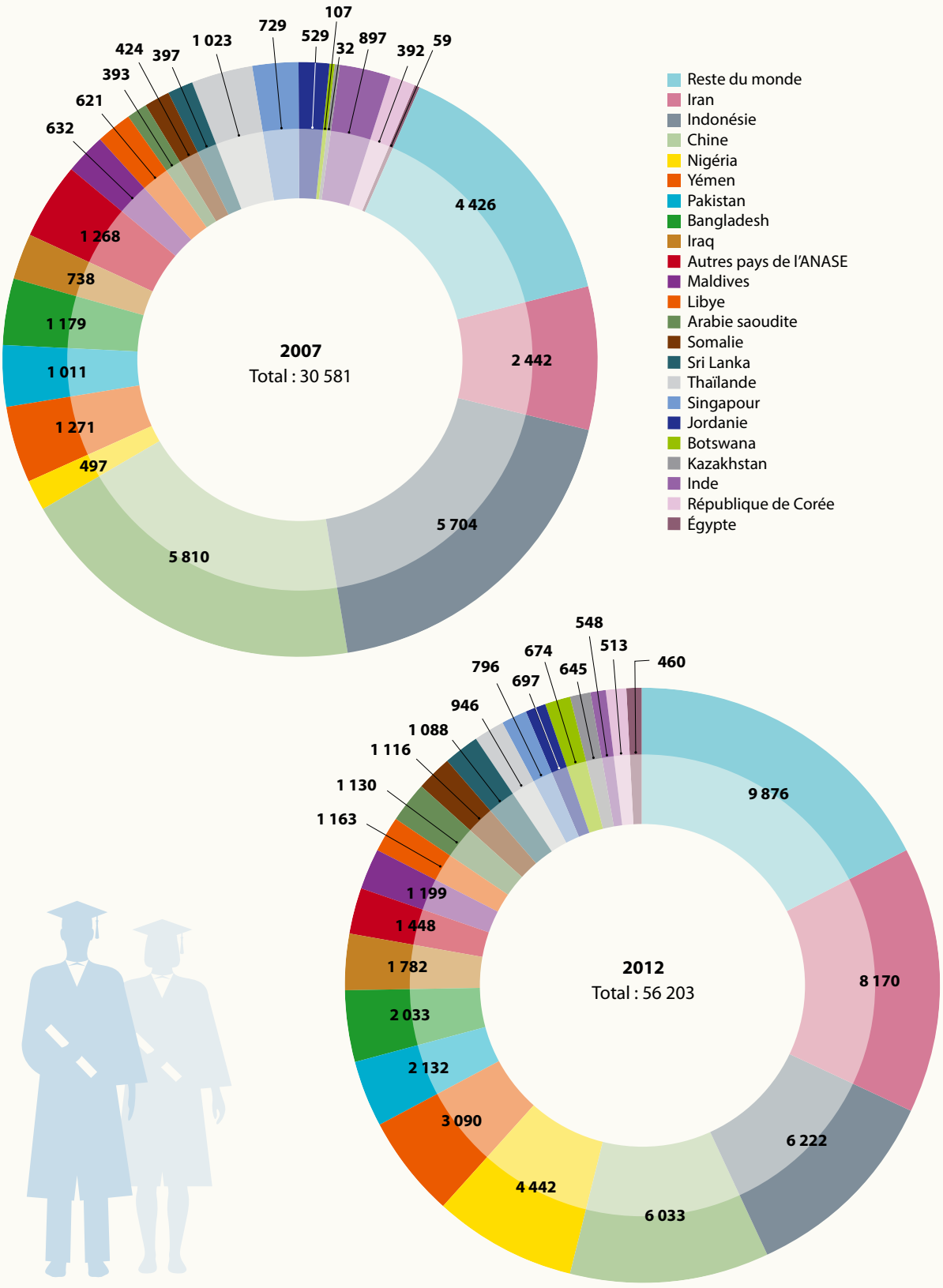
Les universités privées attirent progressivement plus d'étudiants de premier cycle que les établissements publics. Entre 2007 et 2010, la part des étudiants de licence inscrits dans des universités privées est en effet passée de 37 % à 45 %. Ce chiffre s'explique par l'importance croissante que les cinq principales universités de recherche accordent à l'enseignement de deuxième et troisième cycle depuis 2009 et par des conditions d'admission plus exigeantes, mais également par l'intérêt que certains étudiants portent aux universités privées, où l'usage de l'anglais comme moyen de communication est plus courant. Notons que la proportion d'enseignants titulaires d'un master ou d'un doctorat est bien plus élevée dans les établissements publics (84 %) que dans les universités privées (52 %) [ISU, 2014].

Le gouvernement accroît le nombre d'écoles internationales dans le primaire et le secondaire afin de répondre aux besoins des rapatriés et d'attirer des élèves étrangers. L'objectif défini dans le *Programme de transformation économique* (2010) est d'établir 87 écoles internationales d'ici 2020. Malgré l'existence de 81 écoles de ce type en 2012, la plupart des établissements comprenaient des effectifs réduits, accueillant au total 33 688 élèves, soit moins de la moitié de l'objectif du gouvernement (75 000 élèves à l'horizon 2020). Pour réduire l'écart, le gouvernement a entamé une campagne de promotion internationale.

En 2005, la Malaisie s'est fixé pour objectif[4] de devenir la sixième destination mondiale pour les étudiants étrangers

4. *Voir* http://monitor.icef.com/2012/05/malaysia-aims-to-be-sixth-largest-education-exporter-by-2020.

Figure 26.9 : **Nombre d'étudiants internationaux préparant un diplôme en Malaisie, 2007 et 2012**
Par pays d'origine



Source : Institut de statistique de l'UNESCO, juin 2015.

d'ici 2020. Entre 2007 et 2012, leur nombre a presque doublé et dépassé 56 000, l'objectif étant d'atteindre le chiffre de 200 000 d'ici 2020. Parmi les États membres de l'Association des nations de l'Asie du Sud-Est (ANASE), les étudiants indonésiens étaient les plus nombreux, suivis par les Thaïlandais. En 2012, la Malaisie était l'une des 10 destinations privilégiées par les étudiants arabes. L'agitation causée par le Printemps arabe a incité un nombre croissant d'Égyptiens et de Libyens à tenter leur chance en Malaisie, mais le nombre d'Iraquiens et de Saoudiens a également augmenté de manière significative. On a en outre observé une hausse particulièrement forte du nombre d'étudiants nigérians et iraniens (figure 26.9).

Préoccupations quant à la baisse de la qualité de l'enseignement

Le ratio entre les étudiants en science, en technologie, en ingénierie et en mathématiques (STIM) et dans d'autres domaines a augmenté, passant de 25/75 en 2000 à 42/58 en 2013. L'objectif fixé par le gouvernement (60/40) pourrait donc rapidement être atteint. Certains éléments laissent cependant penser que la qualité de l'éducation a baissé ces dernières années, notamment dans le domaine de l'enseignement. Les résultats du Programme international pour le suivi des acquis des élèves (PISA) de 2012 montrent que les Malaisiens de 15 ans obtiennent des résultats inférieurs à la moyenne en mathématiques et en sciences. Le score de la Malaisie a nettement diminué dans certaines disciplines, puisque seulement 1 % des Malaisiens âgés de 15 ans étaient capables de résoudre des problèmes complexes, contre 20 % au Japon, en République de Corée et à Singapour. En 2012, les Malaisiens ont également obtenu de moins bons résultats que les élèves de Singapour ou la moyenne des participants au PISA en matière d'acquisition de connaissances (29,1 contre respectivement 62,0 et 45,5) et d'utilisation des connaissances (29,3 contre respectivement 55,4 et 46,4).

Certaines réformes de l'enseignement mises en œuvre depuis 1996 se sont heurtées à la résistance des enseignants. Adopté en 2012, le tout dernier plan national en faveur de l'éducation (2013-2025) vise à garantir un accès égal à un enseignement de qualité, à améliorer le niveau d'aptitude en anglais et en malais et à faire de l'enseignement une profession choisie. Il cherche en particulier à tirer parti des TIC pour améliorer la qualité de l'enseignement à l'échelle du pays et les capacités de formation du Ministère de l'éducation par le biais de partenariats avec le secteur privé, tout en renforçant la transparence et la responsabilité. L'un des objectifs centraux consistera à promouvoir un environnement d'apprentissage propice à la créativité, à la prise de risque et à la résolution de problèmes par les enseignants et leurs élèves (OCDE, 2013). Il faut du temps pour que les réformes de l'enseignement aboutissent à des résultats. Leur réussite passe donc par un suivi constant.

TENDANCES EN MATIÈRE DE COOPÉRATION INTERNATIONALE

Un centre malaisien pour la coopération Sud-Sud

Lorsque la *Vision 2020* de l'ANASE a été adoptée en 1997, son objectif déclaré consistait à assurer la compétitivité technologique de la région d'ici 2020. Bien que la mission de l'ANASE ait toujours été de créer un marché unique comparable au modèle européen, les dirigeants admettent depuis longtemps que la réussite de l'intégration économique dépendra de la manière dont les États membres parviennent à assimiler la science et la technologie. Le Comité des sciences et des technologies de l'ANASE a été instauré en 1978, seulement 11 ans après la création de l'ANASE par l'Indonésie, la Malaisie, les Philippines, Singapour et la Thaïlande[5]. Depuis 1978, divers plans d'action ont été élaborés afin de favoriser la coopération entre les États membres et d'assurer un meilleur équilibre dans le domaine de la STI. Ces plans d'action concernent neuf domaines d'activité : les sciences et technologies alimentaires ; les biotechnologies ; la météorologie et la géophysique ; les sciences et technologies de la mer ; la recherche sur les énergies non conventionnelles ; la micro-électronique et les technologie de l'information ; les sciences et technologies des matériaux ; la technologie spatiale et ses applications ; l'infrastructure scientifique et technologique, ainsi que le développement des ressources. Lorsque la Communauté économique de l'ANASE deviendra opérationnelle fin 2015, la levée planifiée des restrictions à la libre circulation des personnes et des services devrait stimuler la coopération scientifique et technologique et renforcer le rôle du Réseau d'universités de l'ANASE (voir chapitre 27).

En 2008, le gouvernement malaisien a créé le Centre international pour la coopération Sud-Sud dans le domaine des sciences, de la technologie et de l'innovation, sous l'égide de l'UNESCO. Ce centre œuvre en faveur de la création d'institutions dans les pays du Sud. Plus récemment, il a proposé une formation sur l'entretien des infrastructures entre le 10 mars et le 2 avril 2015, en collaboration avec les services autoroutiers malaisiens, le Conseil de développement du secteur de la construction, le Conseil malaisien des ingénieurs et l'Association malaisienne des maîtres d'œuvre.

En ce qui concerne la coopération bilatérale, le Groupe malaisien des industriels et du gouvernement pour la haute technologie (MIGHT) et le gouvernement britannique ont créé le fonds Newton-Ungku Omar en 2015. Le gouvernement malaisien et le gouvernement britannique financeront ce fonds à hauteur de 4 millions de livres sterling par an chacun pour les cinq prochaines années. En 2014, le MIGHT a également conclu un accord avec Asian Energy Investment Pte Ltd, basé au Japon, qui a donné lieu à la création d'une société de gestion de fonds appelée Putra Eco Ventures, chargée d'investir dans des entreprises et des actifs performants, axés sur les

5. Le Brunéi Darussalam est devenu membre en 1984, le Viet Nam en 1995, le Myanmar et la RDP lao en 1997, puis le Cambodge en 1999.

énergies renouvelables. Les objectifs potentiels de financement sont les technologies économes en énergie et les réseaux de distribution d'électricité intelligents, ainsi que les bâtiments intelligents.

CONCLUSION

Pour devenir un Tigre asiatique, la Malaisie a besoin d'une recherche endogène

Pour suivre les traces des « Tigres asiatiques » et atteindre son objectif de devenir un pays à revenu élevé d'ici 2020, la Malaisie devra réussir à stimuler la commercialisation de la technologie et de l'innovation. Les multinationales étrangères mènent généralement des activités de R&D plus élaborées que les entreprises nationales. Cependant, même la R&D menée par les entreprises étrangères a tendance à se cantonner à la prolifération de produits et à la résolution de problèmes plutôt qu'à repousser les limites de la technologie internationale.

La R&D est principalement menée par de grandes entreprises dans les secteurs de l'électronique, de l'automobile et de la chimie, et concerne essentiellement l'amélioration des processus et des produits. Bien qu'elles représentent 97 % des entreprises privées, les PME participent peu à la R&D.

Même les multinationales étrangères qui dominent la R&D du secteur privé sont fortement tributaires de leurs entreprises mères et de leurs filiales situées en dehors du pays en termes de ressources humaines, du fait du manque de personnel qualifié et d'universités de recherche en Malaisie.

Le système national d'innovation pâtit également du manque de collaboration entre les principaux acteurs de l'innovation, à savoir les universités, les entreprises et les instituts de recherche. Il sera indispensable de cultiver les capacités de recherche des universités et leurs liens avec les entreprises nationales afin de favoriser l'innovation et d'améliorer le taux de commercialisation des produits de la propriété intellectuelle. Bien que la recherche appliquée se soit développée au sein des universités malaisiennes ces dernières années du fait de la volonté du gouvernement de promouvoir l'excellence en matière de recherche, cette tendance n'a pas encore donné lieu à un nombre suffisant de demandes de brevets. De même, la faible capacité d'absorption des entreprises nationales a compliqué la modernisation technologique. Les organisations intermédiaires joueront un rôle de passerelle essentiel en facilitant le transfert effectif des connaissances.

Les mesures suivantes permettraient de résoudre certains de ces problèmes :

- Le fait de former un plus grand nombre de chercheurs et de techniciens et de s'assurer que le Programme de bourses de recherche à long terme et que le Fonds pour la cyberscience ciblent réellement la production d'innovations en lien avec l'industrie permettrait de renforcer le rôle des organismes publics de recherche. Il convient également de corriger les défaillances du marché qui ont ralenti le développement de l'enseignement professionnel et technique dans le pays ;
- La collaboration entre les instituts de recherche publics, les universités et l'industrie devrait être renforcée par le biais de plans à long terme, y compris des exercices de prévision technologique approfondis ciblant des secteurs spécifiques. Dans ce contexte, il convient d'essayer d'associer la recherche fondamentale à la commercialisation ;
- Il faut inciter les instituts de recherche publics et les universités à faciliter l'amélioration du paysage local de la R&D industrielle en fournissant aux entreprises nationales des connaissances et des savoir-faire essentiels par le biais, entre autres, de services de conseil. Le transfert réussi des savoir-faire et des connaissances du Conseil malaisien de l'huile de palme peut servir de modèle en la matière.

Afin de pallier le manque de capital humain, le gouvernement devrait en outre :

- Encourager les Malaisiens à suivre des études supérieures dans les meilleures universités de recherche du monde, en particulier les universités étrangères ayant la réputation de mener des activités de R&D exploratoire, par exemple dans le domaine des semi-conducteurs à l'Université Stanford (États-Unis) ou de la biologie moléculaire à l'Université de Cambridge (Royaume-Uni). L'une des façons d'atteindre cet objectif consiste à offrir des bourses conditionnelles aux étudiants admis dans de prestigieuses universités connues pour proposer des activités de R&D exploratoire aux étudiants ;
- Aider les universités nationales à améliorer la qualification de leur personnel enseignant, de telle sorte que la titularisation soit accordée uniquement en cas de participation avérée à des recherches et publications de niveau mondial. Il convient de renforcer les liens entre les universités et les entreprises industrielles afin d'adapter la recherche universitaire aux besoins de l'industrie ;
- Tisser des liens scientifiques plus étroits entre les universités malaisiennes et des experts internationaux reconnus dans des domaines de recherche clés et faciliter la double « mobilité des cerveaux » ;
- Transformer les parcs scientifiques et technologiques en véritables tremplins pour de nouvelles start-up innovantes en incitant les universités à mettre en place des bureaux de transfert de technologie et en encourageant les technoparcs à se transformer en véritables plateformes faisant le lien entre les universités et l'industrie. Il conviendra pour ce faire d'évaluer les universités et entreprises candidates à la recherche d'incubateurs avant de leur accorder une place dans les parcs scientifiques et technologiques, mais également de mener des examens réguliers afin d'évaluer les progrès réalisés par les start-up.

OBJECTIFS PRINCIPAUX DE LA MALAISIE

- Atteindre le statut de pays à revenu élevé d'ici 2020 ;
- Accroître le ratio DIRD/PIB, de manière à ce qu'il atteigne 2 % en 2020 ;
- Accroître le taux de participation dans l'enseignement supérieur, qui passerait de 40 % à 50 % d'ici 2020 ;
- Former 100 000 titulaires de doctorat d'ici 2020 ;
- Accroître la part des étudiants en science, en technologie, en ingénierie et en mathématiques, de manière à ce qu'elle atteigne 60 % en 2020 ;
- Créer 87 écoles primaires et secondaires internationales accueillant 75 000 élèves d'ici 2020 ;
- Accroître le nombre d'étudiants internationaux, de manière à ce qu'il atteigne 200 000 en 2020 et que la Malaisie devienne la sixième destination mondiale ;
- Réduire d'ici 2020 les émissions de carbone de 40 % par rapport aux niveaux de 2012 ;
- Préserver au moins 50 % de la superficie du pays sous forme de forêt primaire, contre 58 % en 2010.

RÉFÉRENCES

Chandran, V. G. R. (2010) R&D commercialization challenges for developing countries. *Special Issue of Asia-Pacific Tech Monitor*, 27(6) : p. 25-30.

Chandran, V. G. R. et Wong, C. Y. (2011) Patenting activities by developing countries: the case of Malaysia. *World Patent Information*, 33 (1) : p. 51-57.

Forum économique mondial (2012) *Rapport sur la compétitivité dans le monde*. Forum économique mondial : Genève.

ISU (2014). *Higher Education in Asia: Expanding up, Expanding out*. Institut de statistique de l'UNESCO : Montréal.

MASTIC (2012) *National Survey of Innovation 2023*. Centre malaisien d'information sur la science et la technologie : Putrajaya.

Ministère de la science, de la technologie et de l'innovation (2013) *Malaysia: Science Technology and Innovation Indicators Report*. Ministère malaisien de la science, de la technologie et de l'innovation : Putrajaya.

Ministère de la science, de la technologie et de l'innovation (2009) *Brain Gain Review*. Ministère malaisien de la science, de la technologie et de l'innovation : Putrajaya.

Morales, A. (2010) Malaysia Has Little Room for Palm Oil Expansion, Minister Says. *Bloomberg News Online*, 18 novembre.

NSRC (2013) *PRA Performance Evaluation: Unlocking Vast Potentials, Fast-Tracking the Future*. Conseil national de la science et de la recherche : Putrajaya.

OCDE (2013) Malaysia: innovation profile, in *Innovation in Southeast Asia*. Organisation de coopération et de développement économiques : Paris.

OMC (2014) *Statistiques du commerce international*. Organisation mondiale du commerce : Genève.

Rasiah, R. (2014) *How much of Raymond Vernon's product cycle thesis is still relevant today? Evidence from the integrated circuits industry*. Article présenté dans le cadre du programme de bourses Rajawali de l'Université Harvard (États-Unis).

Rasiah, R. (2010) Are Electronics Firms in Malaysia Catching Up in the Technology Ladder? *Journal of Asia Pacific Economy*, 15(3) : p. 301-319.

Rasiah, R., Yap, X. S. et Salih, K. (2015a) *Provincializing Economic Development: Technological Upgrading in the Integrated Circuits Industry in Malaysia*.

Rasiah, R., Yap, X. S. et Yap, S. (2015b) Sticky spots on slippery slopes: the development of the integrated circuits industry in emerging East Asia, *Institutions and Economies*, 7(1) : p. 52-79.

Subramoniam, H. et Rasiah, R. (à paraître) University–industry collaboration and technological innovation: sequential mediation of knowledge transfer and barriers in automotive and biotechnology firms in Malaysia. *Asian Journal of Technology Innovation*.

Thiruchelvam, K., Ng, B. K. et Wong, C. Y. (2011) An overview of Malaysia's national innovation system: policies, institutions and performance, in Elllis, W. (dir.) *National Innovation System in Selected Asian Countries*. Chulalongkorn University Press : Bangkok.

Rajah Rasiah, né en 1957 en Malaisie, est professeur d'économie et de gestion technologique à la faculté d'économie et d'administration de l'Université de Malaya depuis 2005. Il est titulaire d'un doctorat en économie délivré par l'Université de Cambridge, au Royaume-Uni. M. Rasiah est membre du Réseau mondial sur l'économie des systèmes d'apprentissage, d'innovation et de renforcement des compétences (Globelics). En 2014, il a obtenu le prix Celso Furtado de l'Académie mondiale des sciences (TWAS), ainsi qu'une bourse Rajawali de l'Université Harvard (États-Unis).

V. G. R. Chandran, né en 1971 en Malaisie, est doyen adjoint chargé des diplômes supérieurs et professeur associé à la faculté d'économie et d'administration de l'Université de Malaya. M. Chandran a également travaillé comme analyste principal chargé des études politiques et économiques au sein du Groupe malaisien des industriels et du gouvernement pour la haute technologie (MIGHT) rattaché au Cabinet du Premier Ministre. Il est titulaire d'un doctorat en économie de l'Université de Malaya et a travaillé comme consultant et assistant de recherche pour différentes institutions internationales.

L'un des principaux défis pour les pays de la région sera de mettre à profit leurs bases de connaissances scientifiques en vue de consolider et de diversifier leurs exportations de produits de haute technologie, sur des marchés mondiaux de plus en plus concurrentiels.

Tim Turpin, Jing A. Zhang, Bessie M. Burgos et **Wasantha Amaradasa**



Un ouvrier ramasse des légumes frais dans une serre sur trois niveaux de la ferme verticale Sky Greens à Singapour en 2014. Cette ferme urbaine a reçu des aides à la recherche dans le cadre d'une campagne du gouvernement visant à augmenter l'autosuffisance de la production de légumes-feuilles.

Image : © Edgar Su/Reuters

27. Asie du Sud-Est et Océanie

Australie, Cambodge, Fidji, Indonésie, Îles Cook, Îles Salomon, Kiribati, Malaisie, Micronésie (États fédérés de), Myanmar, Nauru, Nioué, Nouvelle-Zélande, Palaos, Papouasie-Nouvelle-Guinée, Philippines, République démocratique populaire lao, Samoa, Singapour, Thaïlande, Timor-Leste, Tonga, Tuvalu, Vanuatu, Viet Nam

Tim Turpin, Jing A. Zhang, Bessie M. Burgos et Wasantha Amaradasa

INTRODUCTION

La région a globalement bien résisté à la crise mondiale

Les pays étudiés dans ce chapitre[1] représentent plus de 9 % de la population mondiale. Ils produisent 6,5 % des publications scientifiques mondiales (2013) mais seulement 1,4 % des brevets (2012). Le PIB par habitant en prix courants varie d'un peu moins de 2 000 dollars PPA aux Kiribati à 78 763 dollars PPA à Singapour (figure 27.1). L'Australie et Singapour produisent à eux seuls quatre cinquièmes des publications scientifiques et des brevets de la région.

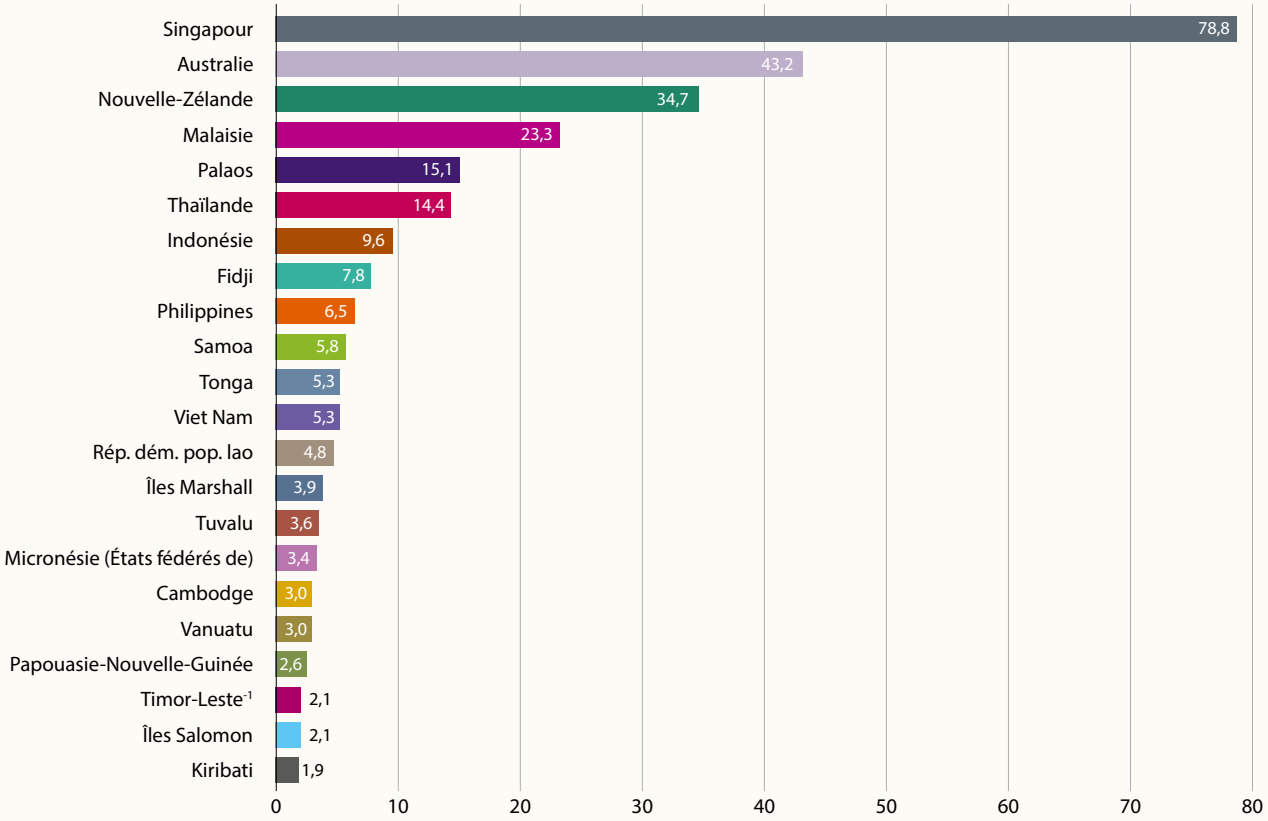
Sur le plan économique, la région a plutôt bien résisté à la crise financière mondiale de 2008-2009. Si les taux de croissance ont accusé une baisse en 2008 et 2009, bon nombre des pays (notamment l'Australie) ont réussi à éviter la récession (figure 27.2). Par conséquent, la pression sur les budgets de la science et de la technologie (S&T) a été moins forte que ce qui avait été prévu en 2010. Le Timor-Leste a même enregistré des taux de croissance très élevés jusqu'en 2012, sous l'effet des investissements directs étrangers qui ont atteint 6 % du PIB en 2009 avant de retomber à un peu plus de 1,6 % en 2012.

D'après l'Indice de l'économie du savoir de la Banque mondiale, l'Asie du Sud-Est a globalement reculé dans les classements mondiaux depuis 2009. La Nouvelle-Zélande et le Viet Nam sont les deux seuls pays à avoir progressé. Certains pays, comme les Fidji, les Philippines et le Cambodge, ont même enregistré un recul sévère au cours de cette période. Au niveau régional, Singapour reste en tête pour la composante « innovation » de l'Indice, à l'instar de l'Australie et de la Nouvelle-Zélande pour la composante « éducation ». Le classement des pays de la région selon l'Indice mondial de l'innovation est à peu près identique.

1. Le chapitre 26 couvre la Malaisie plus en détails.

Figure 27.1 : **PIB par habitant en Asie du Sud-Est et en Océanie, 2013**

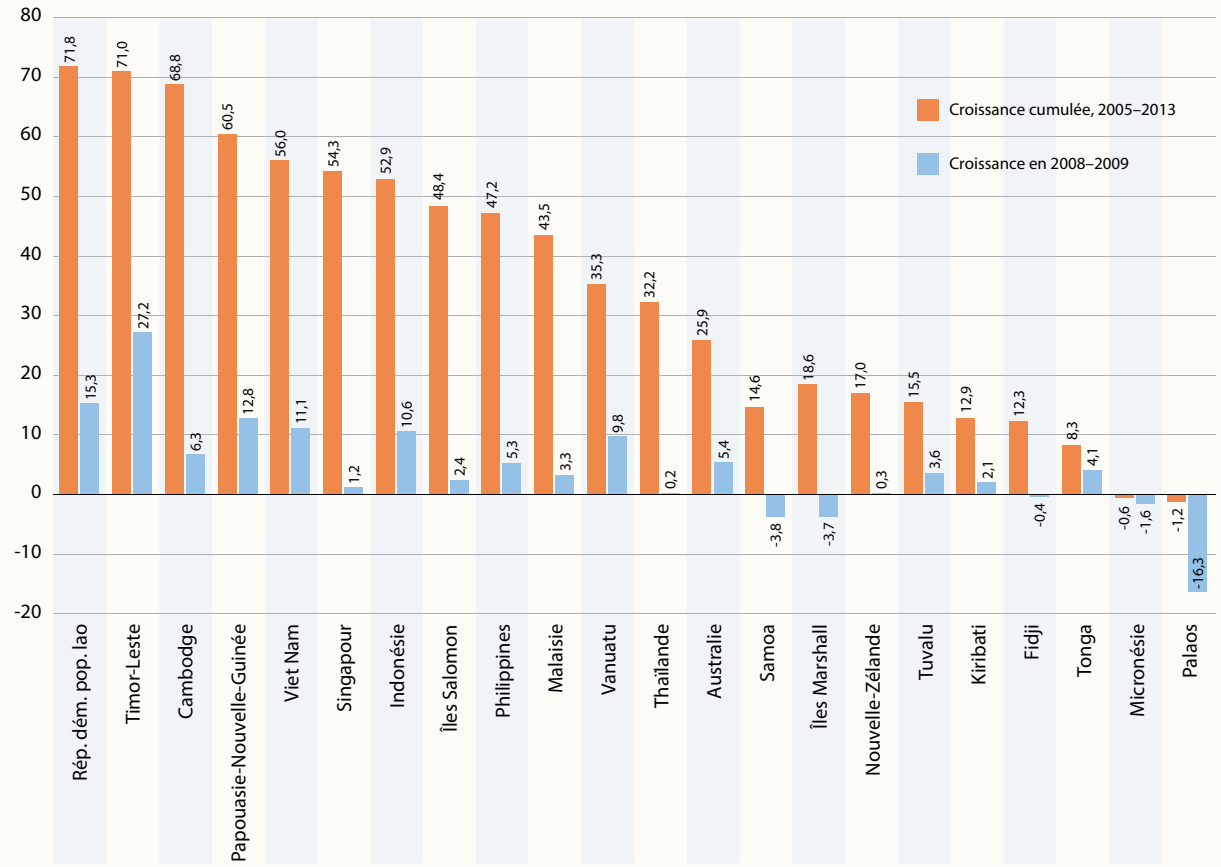
En milliers de dollars PPA courants



-n = les données correspondent à un nombre *n* d'années avant l'année de référence.

Source : Banque mondiale, Indicateurs du développement dans le monde, avril 2015.

Figure 27.2 : **Tendances en matière de croissance du PIB en Asie du Sud-Est et en Océanie, 2005-2013**



Remarque : Pour le Timor-Leste, les données les plus récentes datent de 2012, et non de 2013.
Source : Banque mondiale, Indicateurs du développement dans le monde, avril 2015.

La forte croissance du taux d'accès à Internet depuis 2010 a, dans une certaine mesure, contribué à réduire les disparités entre les pays. La connectivité reste toutefois très faible aux Îles Salomon (8 %), au Cambodge (6 %), en Papouasie-Nouvelle-Guinée (6,5 %), au Myanmar (1,2 %) et au Timor-Leste (1,1 %) en 2013 (figure 27.3). Les progrès de la téléphonie mobile ont sans conteste joué un rôle dans l'accès à Internet des zones reculées. Les flux de connaissances et d'informations relayés par la Toile joueront certainement un rôle important dans l'amélioration de la diffusion et de la mise en œuvre des connaissances dans les nations insulaires du Pacifique – très étalées – et les pays les moins avancés d'Asie du Sud-Est.

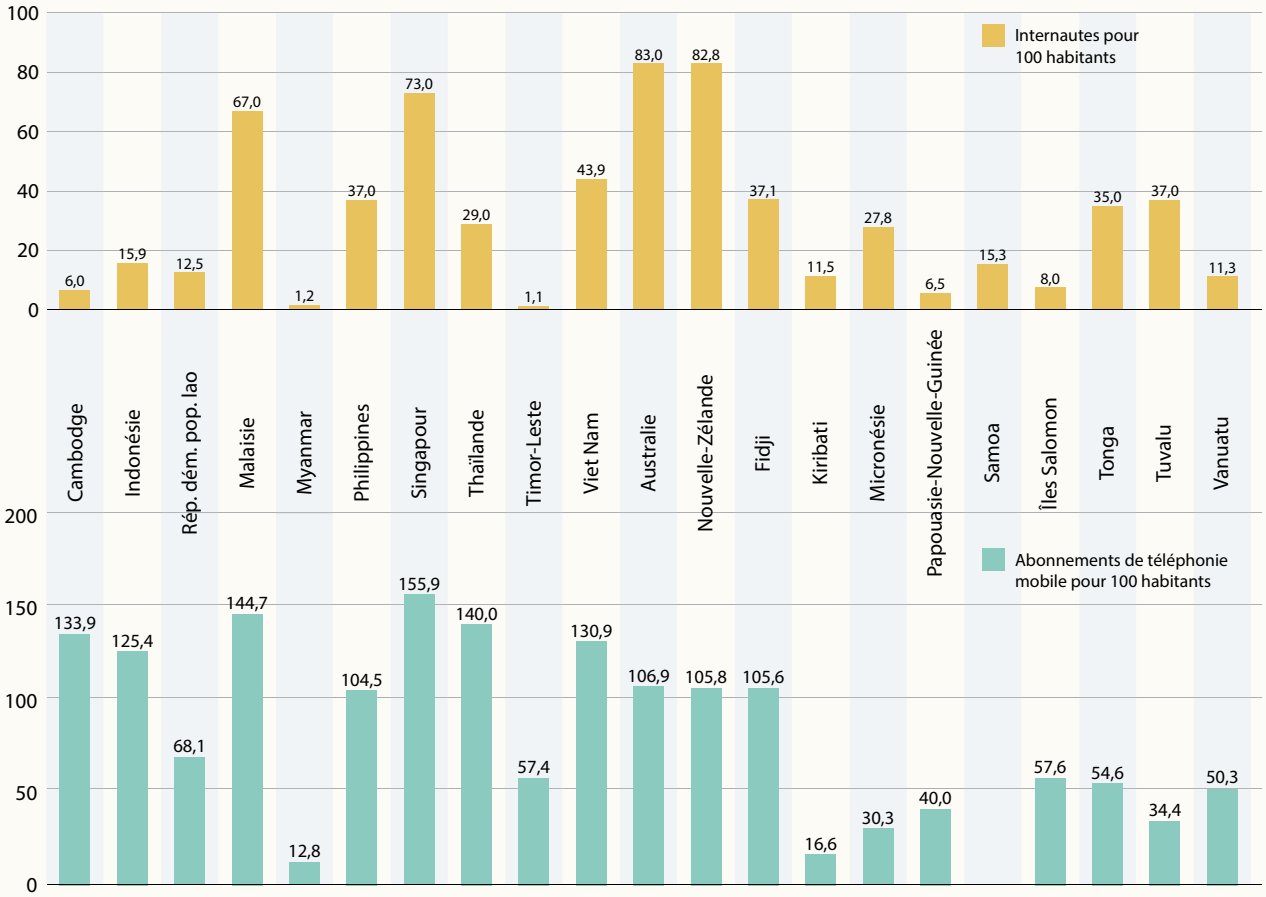
Des changements politiques sur le plan national et régional

La Thaïlande traverse depuis cinq ans une période d'instabilité politique, qui a débouché sur un putsch en 2014, et de croissance économique irrégulière. L'Indonésie connaît au contraire une période de relative stabilité, marquée par une croissance annuelle d'environ 4 % depuis 2010. Le gouvernement élu en 2014 a procédé à plusieurs réformes fiscales et structurelles visant à encourager les investissements (Banque mondiale, 2014). Ces réformes devraient permettre d'accélérer l'effort de R&D dans le secteur des entreprises, dont la croissance est déjà vigoureuse depuis 2010.

Les réformes démocratiques entreprises par le Myanmar depuis 2011 ont permis la levée des sanctions internationales. Le rétablissement des privilèges commerciaux accordés par les États-Unis et l'Union européenne (UE) a déjà entraîné une croissance notable des investissements dans de nombreux secteurs. Des lois sur les investissements étrangers et sur les zones économiques spéciales, adoptées respectivement en 2012 et en janvier 2014, offrent des incitations aux industries exportatrices. La position géostratégique du Myanmar, lové entre l'Inde et la Chine, et la création en 2015 de la Communauté économique de l'Association des nations de l'Asie du Sud Est (ANASE) ont conduit la Banque asiatique de développement à anticiper un taux de croissance annuel de 8 % pour le Myanmar au cours de la décennie à venir.

La nomination du nouveau gouvernement australien en septembre 2013 a coïncidé avec une nette baisse de la valeur des ressources minérales du pays, liée au recul de la demande en Chine et ailleurs. Par conséquent, le gouvernement s'est fixé pour objectif de réduire les dépenses publiques, afin

Figure 27.3 : **Accès à Internet et à la téléphonie mobile en Asie du Sud-Est et en Océanie, 2013 (%)**



Source : Union internationale des télécommunications.

d'assurer l'équilibre du budget 2014-2015. La science et la technologie ont été parmi les secteurs les plus impactés par ces mesures. Le 17 juin 2015, l'Australie a conclu un accord de libre-échange avec la Chine, qui supprime la quasi-totalité des droits de douane. « C'est le niveau de libéralisation le plus élevé de tous les accords de libre-échange qu'ait jamais signé la Chine », a déclaré le Ministre chinois du commerce Gao Hucheng lors de la signature (Hurst, 2015).

Un marché commun d'ici la fin de l'année

Les pays membres de l'ANASE entendent transformer leur région en une aire de marché et de production commune avec la création fin 2015 de la Communauté économique de l'ANASE. La levée prévue des restrictions à la libre circulation des personnes et des services devrait favoriser la coopération scientifique et technologique. Par ailleurs, la mobilité accrue du personnel qualifié à l'intérieur de la région devrait être bénéfique pour le développement des compétences, les placements et les capacités de recherche des États membres de l'ANASE, et renforcer le rôle du Réseau universitaire de l'ANASE (Sugiyarto et Agunias, 2014). Dans le cadre du processus de négociation relatif à la création de la Communauté économique de l'ANASE, chaque État membre peut marquer sa préférence pour un champ de recherche particulier. Le gouvernement de la République démocratique populaire lao, par exemple, souhaite donner la priorité à l'agriculture et aux énergies renouvelables. D'autres propositions sont davantage controversées, comme le projet de construction d'un barrage hydroélectrique sur le fleuve Mékong, compte tenu des inconvénients de ce type d'ouvrage (Pearse-Smith, 2012).

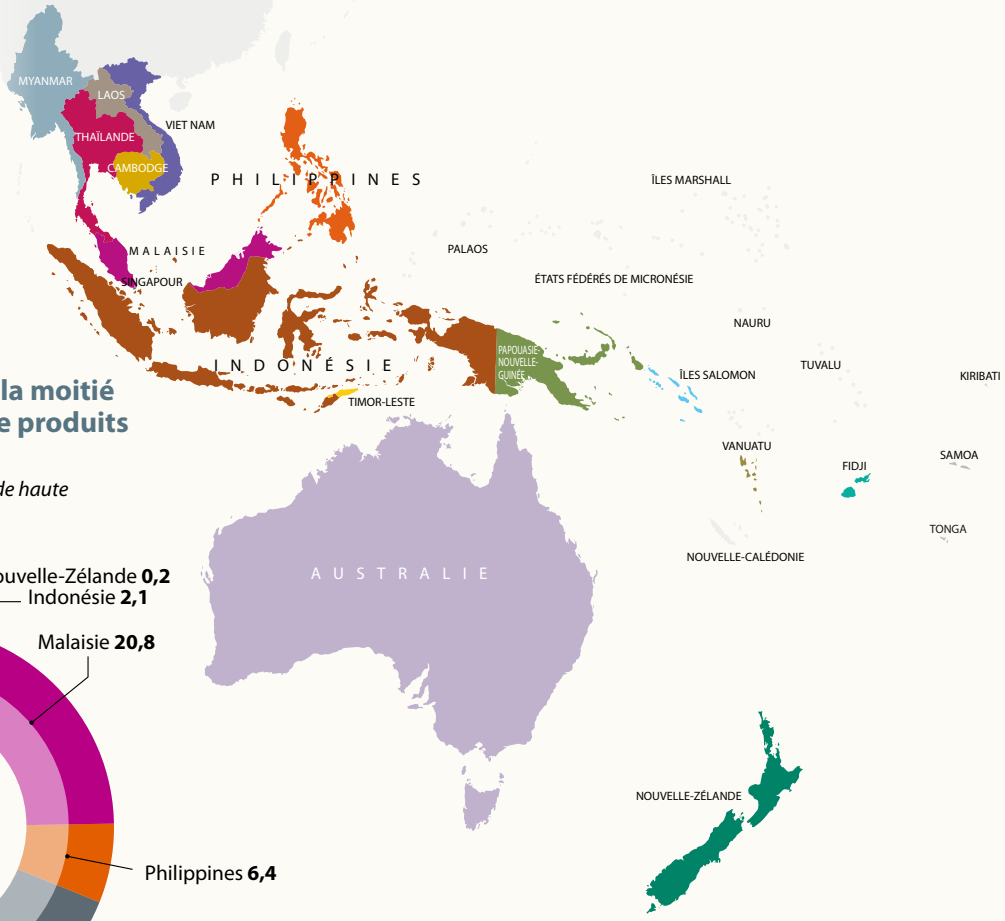
TENDANCES EN MATIÈRE DE GOUVERNANCE DE LA STI

Les exportations de produits de haute technologie ont fait mentir les prévisions

En dépit de prévisions pessimistes, les exportations de produits de haute technologie dans la région sont florissantes. En prenant en compte tous les pays de la région, elles ont augmenté de 28 % depuis 2008. Toutefois, cet essor n'est pas uniforme. Entre 2008 et 2013, la grande majorité des pays ont vu la valeur de leurs exportations augmenter. L'augmentation a été notable en Malaisie, mais aussi au Viet Nam, où les exportations de produits de haute technologie ont quasiment été multipliées par dix. À l'inverse, ces mêmes exportations ont chuté de près de 27 % aux Philippines au cours de la même période.

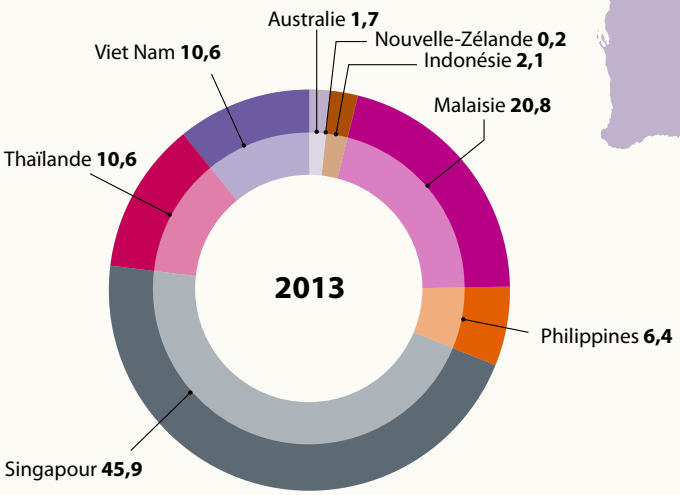
Figure 27.4 :

Tendances en matière d'exportations de produits de haute technologie en Asie du Sud-Est et en Océanie, 2008 et 2013



Singapour représente près de la moitié des exportations régionales de produits de haute technologie

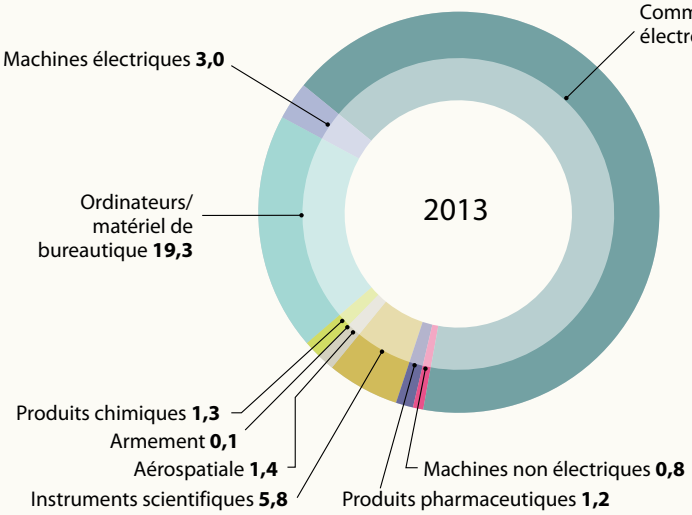
Parts des exportations régionales de produits de haute technologie par pays, 2013 (%)



Remarque : La part du Cambodge, des Îles Fidji, des Îles Salomon, de Kiribati, du Myanmar, des Palaos, de la Papouasie-Nouvelle-Guinée, des Samoa, du Timor-Leste, des Tonga et du Vanuatu est proche de zéro.

Part des communications électroniques dans les exportations régionales de produits de haute technologie (%)

Total des exportations de la région par type, 2013



45,9 %

Part de Singapour dans les exportations régionales de produits de haute technologie, 2013

20,8 %

Part de la Malaisie dans les exportations régionales de produits de haute technologie, 2013

10,6 %

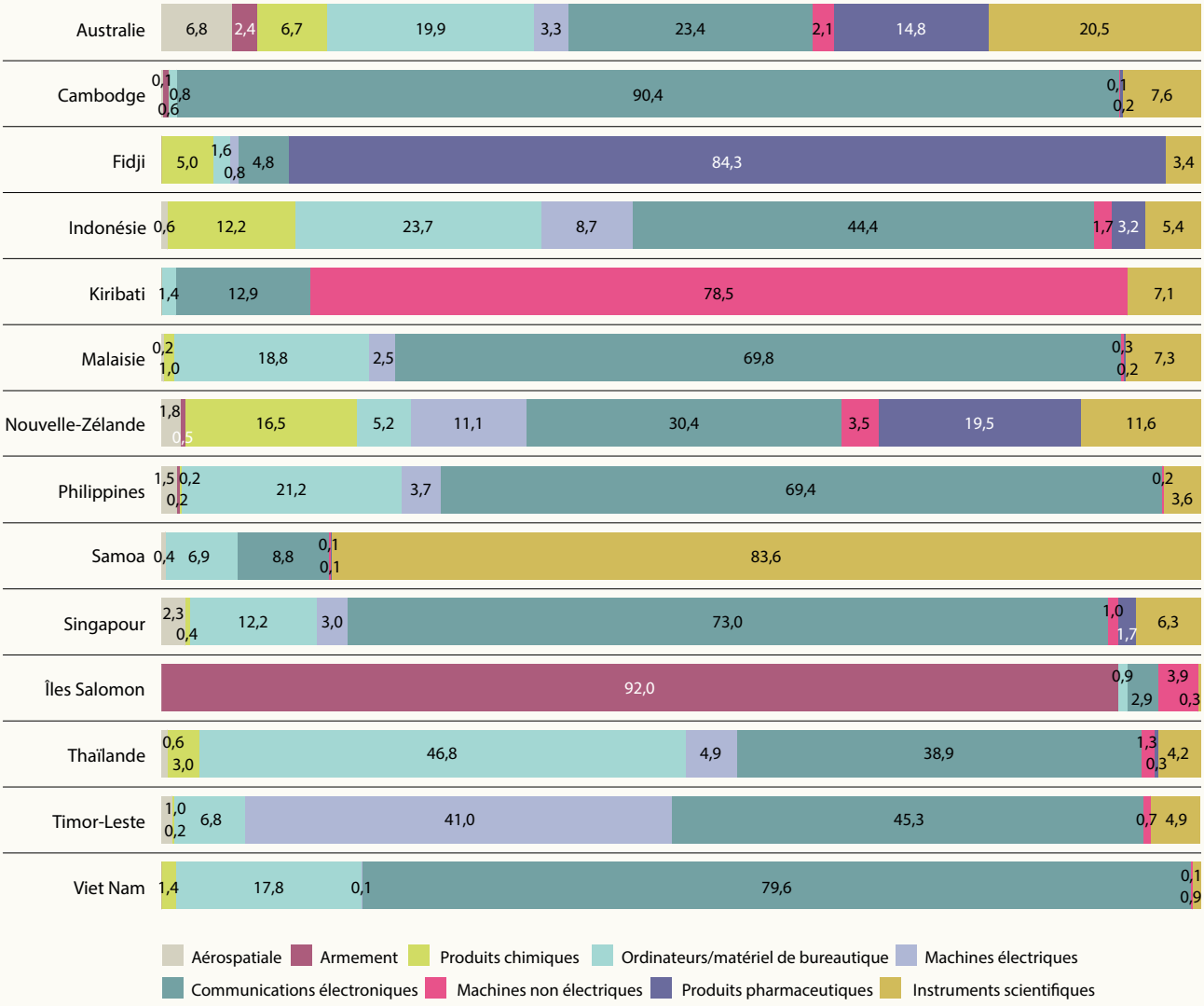
Part respective de la Thaïlande et du Viet Nam dans les exportations régionales de produits de haute technologie, 2013

1,7 %

Part de l'Australie dans les exportations régionales de produits de haute technologie, 2013

Les communications électroniques dominent les exportations de produits de haute technologie

Exportations de produits de haute technologie par pays et par type, 2013 (%)



La croissance des exportations de produits de haute technologie a été la plus rapide au Cambodge et au Viet Nam ; elle a été négative aux Philippines et aux Fidji

Millions de dollars E.-U.

	Exportations de produits de haute technologie (en millions de dollars E.-U.)		Évolution (en millions de dollars E.-U.)	Évolution (%)
	2008	2013		
Australie	4 340,3	5 193,2	852,9	19,7
Cambodge	3,8	76,5	72,7	1 913,6
Fidji	5,0	2,7	-2,3	-45,7
Indonésie	5 851,7	6 390,3	538,6	9,2
Malaisie	43 156,7	63 778,6	20 622,0	47,8
Nouvelle-Zélande	624,3	759,2	134,9	21,6
Philippines	26 910,2	19 711,4	-7 198,8	-26,8
Samoa	0,3	0,2	-0,1	-40,6
Singapour	123 070,8	140 790,8	17 719,9	14,4
Thaïlande	33 257,9	37 286,4	4 028,5	12,1
Viet Nam	2 960,6	32 489,1	29 528,5	997,4
Total	240 181,9	306 482,5	66 300,7	27,6

Source : Base de données Comtrade des Nations Unies.

Quatre pays se détachent du peloton s'agissant des exportations de produits de haute technologie de la région : la Malaisie, Singapour, la Thaïlande et le Viet Nam, qui représentent 90 % du total de ces exportations. La part des deux principaux exportateurs de produits de haute technologie, Singapour et la Malaisie, dans les exportations régionales, s'élève respectivement à presque 46 % et un peu moins de 21 % (figure 27.4). Deux catégories de produits dominent ces exportations : les ordinateurs et le matériel de bureautique (19,3 %) et, surtout, les communications électroniques (67,1 %). Il convient d'interpréter ces données en tenant compte du fait que ces produits comprennent certainement une proportion considérable de composants réexportés. Bien que Singapour et la Malaisie enregistrent une proportion relativement élevée d'investissements privés dans la R&D, il est probable qu'une grande partie de la recherche portant sur les ordinateurs, le matériel de bureautique et les communications électroniques pourrait être conduite au niveau mondial, plutôt que local. Ces deux pays abritent de nombreuses grandes multinationales. La part de la R&D financée par le secteur des entreprises est également élevée en Australie, mais il s'agit en grande partie de R&D effectuée dans, et pour, le secteur minier (ressources minérales et énergétiques).

Bien que la production scientifique ait augmenté globalement, aucune hausse analogue n'a été constatée s'agissant du nombre de brevets. La région a même enregistré un recul dans ce domaine : la part de l'Asie du Sud-Est et de l'Océanie dans les brevets mondiaux est ainsi passée de 1,6 % en 2010 à 1,4 % en 2012, un recul qui s'explique en grande partie par la baisse des brevets enregistrés en Australie. Au niveau régional, 95 % des brevets obtenus sont le fait de quatre pays : Australie, Singapour, Malaisie et Nouvelle-Zélande. La hausse significative des exportations de produits de haute technologie dans certains pays de la région apparaît en contradiction avec la proportion générale relativement faible des brevets. L'un des principaux défis pour les pays de la région sera de mettre à profit leurs bases de connaissances scientifiques en vue de consolider et de diversifier leurs exportations de produits de haute technologie, sur des marchés mondiaux de plus en plus concurrentiels.

Concilier politique scientifique et développement durable reste difficile

Dans une large mesure, il existe une contradiction au niveau régional entre les objectifs concurrents d'excellence scientifique, d'une part, et de pratique scientifique, d'autre part. La plupart des pays manifestent une volonté de lier les politiques de S&T à l'innovation et aux stratégies de développement. Dans les économies industrialisées de l'Australie, de la Nouvelle-Zélande et de Singapour, l'investissement en faveur de la science est considéré, en termes de politiques, comme faisant partie intégrante des stratégies nationales d'innovation. Mettre la science au service des politiques économiques fait néanmoins courir le risque de négliger les nombreuses autres façons dont elle peut bénéficier au développement socio-économique et culturel, dans les domaines de la santé et de l'éducation, ou en contribuant à relever certains défis en matière de durabilité à l'échelle internationale.

Dans les pays en développement, la politique scientifique est généralement indissociable de la politique de développement. Néanmoins, là encore, il existe un antagonisme entre les évaluations de la capacité scientifique au travers d'indicateurs tels que le taux de citation, d'une part, et les priorités de développement, d'autre part. Dans les pays plus pauvres, comme le Cambodge, la République démocratique populaire lao et le Timor-Leste, ou dans les économies en transition comme le Myanmar, l'impératif de développement apparaît clairement dans les documents stratégiques récents, qui visent à tirer profit du capital humain pour couvrir les besoins élémentaires de développement. Les projets internationaux peuvent permettre de concilier des moyens limités sur le plan national et la réalisation des objectifs de développement durable. Par exemple, la Banque asiatique de développement a financé un projet visant à généraliser l'utilisation de la biomasse dans trois des six pays[2] de la sous-région du bassin du Mékong entre 2011 et 2014, à savoir le Cambodge, la République démocratique populaire lao et le Viet Nam.

De nombreux pays économiquement moins avancés éprouvent des difficultés à orienter leurs efforts dans le domaine de la science vers le développement durable, alors même que les objectifs de développement durable des Nations Unies vont remplacer les objectifs du Millénaire pour le développement fin 2015. Pour commencer, ces pays peuvent encourager leurs scientifiques à se concentrer davantage sur la réalisation des objectifs locaux de développement durable, plutôt que de publier dans des revues renommées sur des sujets dont la pertinence est moindre au plan local. La difficulté d'une telle approche tient au fait que les principaux indicateurs de reconnaissance de la qualité des travaux scientifiques sont le nombre de publications et de citations. Le meilleur moyen de résoudre ce dilemme consiste probablement à reconnaître la dimension mondiale de nombreux problèmes de développement locaux. Comme l'a souligné Perkins (2012) :

> *Nous sommes confrontés à des problèmes sans frontières et nous sous-estimons, à notre propre péril, l'ampleur et la nature de leurs conséquences. En tant que citoyens du monde, les chercheurs et les politiques ont le devoir de collaborer et d'obtenir des résultats. Dans ce contexte, débattre de priorités nationales semble oiseux.*

2. Les trois autres pays sont la Chine, le Myanmar et la Thaïlande.

Tableau 27.1 : **Personnel de recherche en Asie du Sud-Est et en Océanie, 2012 ou année la plus proche**

	Population (en milliers)	Nombre total de chercheurs (ETP)	Chercheurs par million d'habitants (ETP)	Techniciens par million d'habitants (ETP)
Australie (2008)	21 645	92 649	4 280	1 120
Indonésie (2009)	237 487	21 349	90	–
Malaisie (2012)	29 240	52 052	1 780	162
Nouvelle-Zélande (2011)	4 414	16 300	3 693	1 020
Philippines (2007)	88 876	6 957	78	11
Singapour (2012)	5 303	34 141	6 438	462
Thaïlande (2011)	66 576	36 360	546	170

Source : Institut de statistique de l'UNESCO, juin 2015.

TENDANCES EN MATIÈRE DE R&D

La formation du personnel de recherche est une priorité

À l'échelle régionale, les ressources humaines en sciences et technologie se concentrent principalement en Australie, en Malaisie, à Singapour et en Thaïlande. Singapour est le pays de la région où la concentration de chercheurs est la plus élevée (6 438 chercheurs en équivalent temps plein (ETP) pour un million d'habitants en 2012). Ce pays devance largement les pays du G7 en la matière (tableau 27.1). Les techniciens se concentrent principalement en Australie et en Nouvelle-Zélande, conformément à la tendance constatée dans d'autres économies avancées, en revanche Singapour présente une concentration de techniciens beaucoup plus faible. L'amélioration de la circulation des personnes qualifiées entre les États membres de l'ANASE tient notamment au souhait de la Malaisie et de Singapour de pouvoir recruter facilement du personnel technique dans les autres pays de la région. La Malaisie et la Thaïlande sont deux pays qui fournissent et recrutent à la fois du personnel qualifié ; c'est le cas également des Philippines dans certains secteurs spécialisés. La plus grande liberté de circulation dont jouiront les travailleurs qualifiés au sein de l'ANASE après 2015 devrait bénéficier à la fois aux pays d'origine et aux pays recruteurs.

Dans le domaine de la formation à la recherche, la Malaisie et Singapour se distinguent par leur investissement significatif en faveur de l'enseignement supérieur. La part de leur budget d'éducation allouée à l'enseignement supérieur, qui s'élevait à 20 %, est passée au cours de la dernière décennie à plus de 35 % à Singapour et à 37 % en Malaisie (figure 27.5). Ces deux pays ont en outre la proportion la plus élevée de doctorants parmi les étudiants inscrits à l'université. Dans la plupart des pays, de nouveaux établissements ont vu le jour afin de répondre aux besoins croissants en matière d'enseignement supérieur.

On constate également une tendance grandissante à la coopération entre les universités de la sous-région. Le Réseau universitaire de l'ANASE, créé à la fin des années 1990, compte aujourd'hui 30 universités réparties dans les dix pays membres. Il a servi de modèle à d'autres réseaux similaires comme le Réseau de recherche des universités des îles du Pacifique, qui réunit depuis sa création en 2011 dix universités de cinq États du Pacifique. Parallèlement, de nombreuses universités australiennes et néo-zélandaises ont implanté des campus dans des établissements de la région.

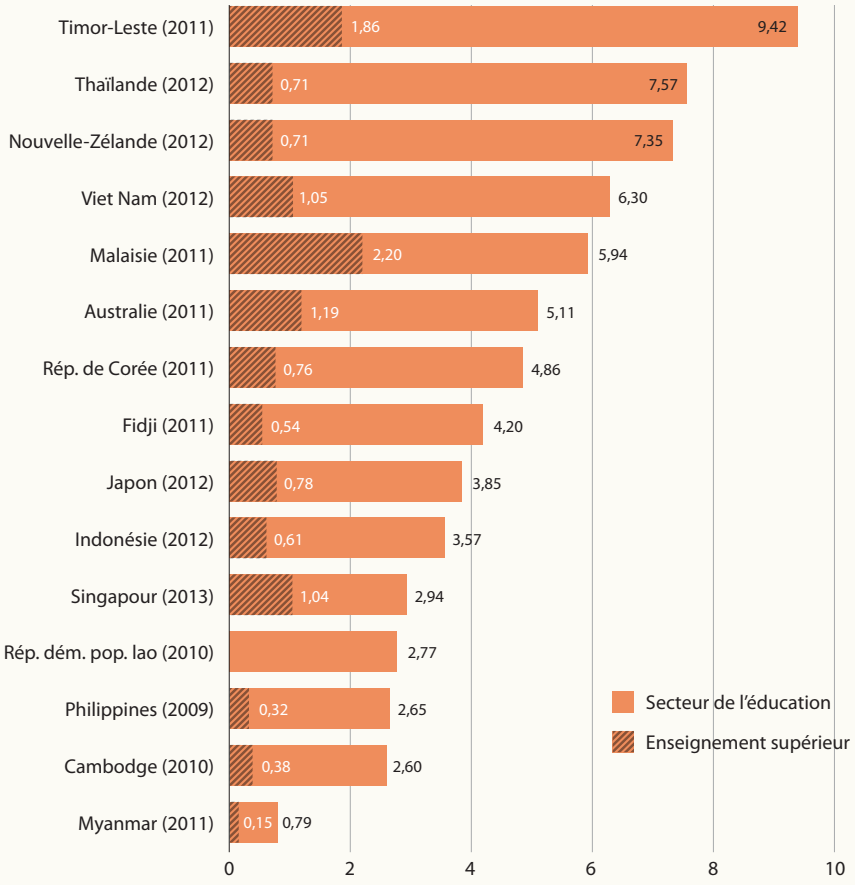
Quatre pays affichent une proportion élevée d'étudiants inscrits dans des disciplines scientifiques : le Myanmar (23 %), la Nouvelle-Zélande et Singapour (14 % chacun) et la Malaisie (13 %). Le Myanmar affiche également la proportion la plus élevée d'étudiantes dans l'enseignement supérieur. Il sera intéressant d'observer si le pays parvient à maintenir une telle proportion dans la suite de sa transition.

Les femmes représentent la moitié des chercheurs en Malaisie, aux Philippines et en Thaïlande. La proportion des chercheuses en Australie et en Nouvelle-Zélande est inconnue, en l'absence de données récentes (figure 27.6). Dans la plupart des pays, plus de la moitié des chercheurs sont employés par le secteur de l'enseignement supérieur (figure 27.7). Les universitaires représentent même huit chercheurs sur dix en Malaisie, ce qui suggère que les multinationales présentes dans le pays emploient peu de Malaisiens au sein de leur personnel de recherche ou bien qu'elles ne font pas de R&D en interne. Singapour fait figure d'exception notable, puisque la moitié des chercheurs y sont employés dans le secteur industriel, contre seulement 30 à 39 % ailleurs dans la région. En Indonésie et au Viet Nam, nombre de chercheurs sont employés par le gouvernement.

Figure 27.5 : **Tendances en matière d'enseignement supérieur en Asie du Sud-Est et en Océanie, 2013 ou année la plus proche**

Cinq pays consacrent plus de 1 % de leur PIB à l'enseignement supérieur

En pourcentage du PIB, 2013



2,20 %

Part du PIB consacrée à l'enseignement supérieur en Malaisie, 2011

0,15 %

Part du PIB consacrée à l'enseignement supérieur au Myanmar, 2011

19,9 %

Part moyenne des dépenses consacrées à l'enseignement supérieur en Asie du Sud-Est et en Océanie en pourcentage du budget total de l'éducation

3,3 %

Part moyenne de la population inscrite dans l'enseignement supérieur en Asie du Sud-Est et en Océanie (parmi les pays figurant dans le tableau ci-dessous)

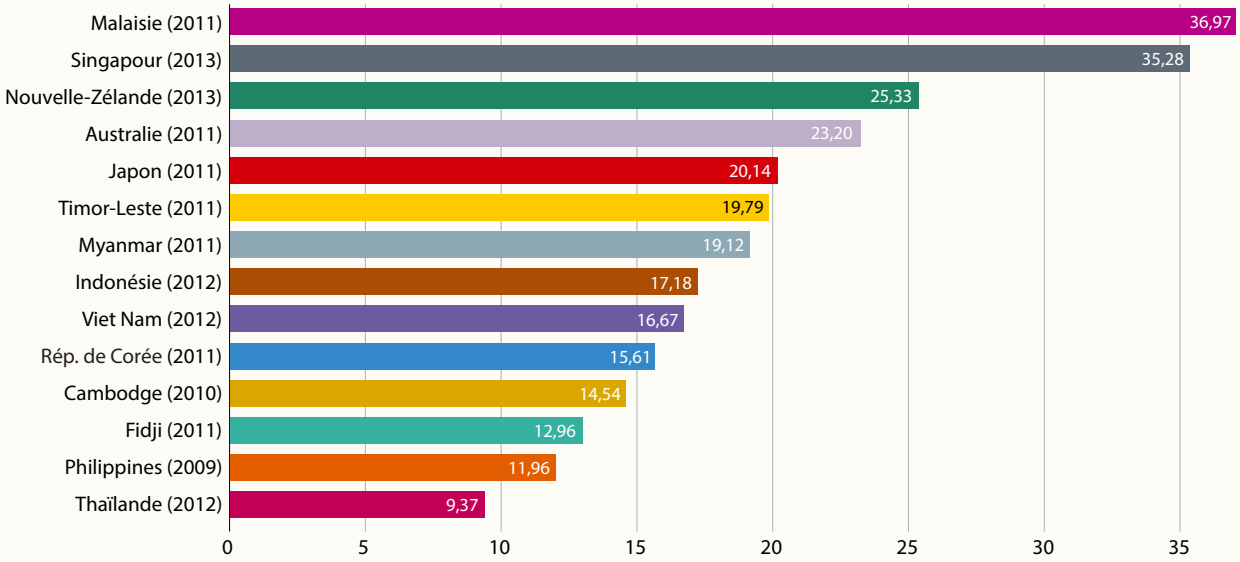
L'Australie et la Nouvelle-Zélande enregistrent la plus forte proportion d'étudiants par rapport à leur population totale

	Année	Nombre d'étudiants, toutes disciplines confondues	Part de la population totale (%)	Nombre d'étudiants dans les disciplines scientifiques	Part des étudiants en science dans l'enseignement supérieur (%)
Australie	2012	1 364 203	5,9	122 085	8,9
Nouvelle-Zélande	2012	259 588	5,8	36 960	14,2
Singapour	2013	255 348	4,7	36 069	14,1
Malaisie	2012	1 076 675	3,7	139 064	12,9
Thaïlande	2013	2 405 109	3,6	205 897	8,2[-2]
Philippines	2009	2 625 385	2,9	–	–
Indonésie	2012	6 233 984	2,5	433 473[-1]	8,1
Viet Nam	2013	2 250 030	2,5	–	–
Rép. dém. pop. lao	2013	137 092	2,0	6 804[-1]	5,4[-1]
Cambodge	2011	223 222	1,5	–	–
Myanmar	2012	634 306	1,2	148 461	23,4

-n = les données correspondent à un nombre *n* d'années avant l'année de référence.

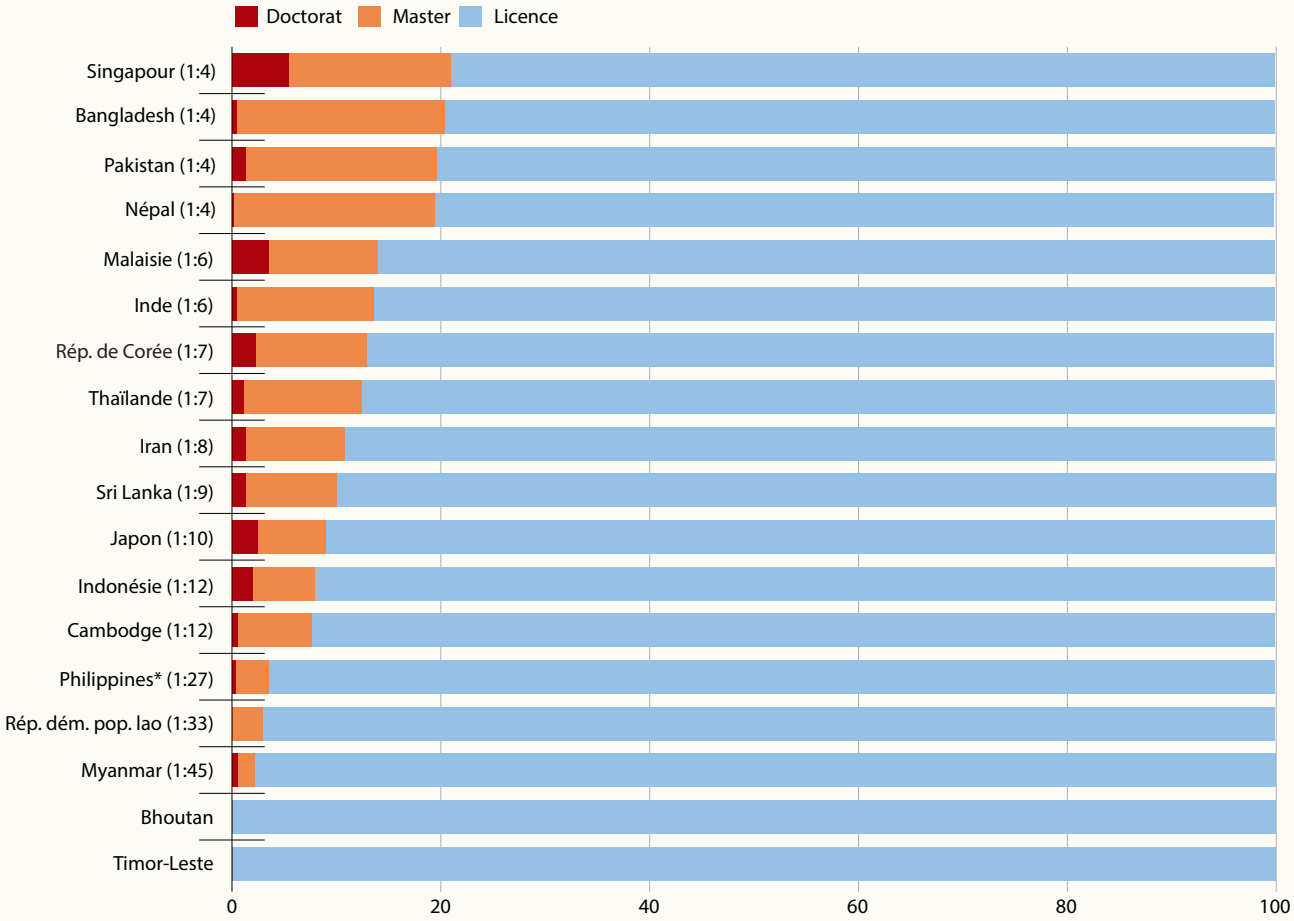
La Malaisie et Singapour consacrent plus d'un tiers de leurs dépenses d'éducation à l'enseignement supérieur

En pourcentage du total des dépenses publiques d'éducation, 2013 ou année la plus proche



Singapour et la Malaisie affichent la proportion la plus élevée de doctorants parmi les étudiants

Nombre d'étudiants inscrits à l'université pour une sélection de pays d'Asie, par niveau d'études, 2011



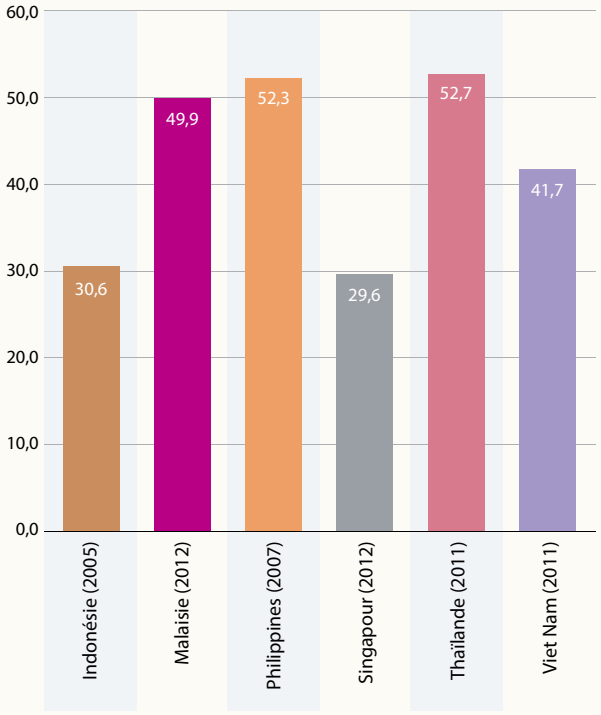
* Les données pour les Philippines datent de 2008.

Remarque : Entre parenthèses, ratio étudiants inscrits en master et doctorat/étudiants inscrits en licence.

Source : Institut de statistique de l'UNESCO, juin 2015 ; pour le nombre d'étudiants dans les universités d'Asie : ISU (2014).

Figure 27.6 : **Pourcentage de chercheuses (personnes physiques) en Asie du Sud-Est, 2012 ou année la plus récente**

Personnes physiques



Source : Institut de statistique de l'UNESCO, juin 2015.

L'amélioration des données de R&D est aussi importante que l'augmentation des investissements

Bien que les données relatives aux dépenses intérieures brutes de R&D (DIRD) soient plutôt sommaires et qu'elles remontent à plusieurs années dans bien des cas (lorsqu'elles ne sont pas tout simplement inexistantes, comme c'est le cas dans les plus petits États insulaires du Pacifique), elles illustrent malgré tout l'hétérogénéité des capacités scientifiques en Asie du Sud-Est et en Océanie. En termes d'intensité de la R&D, Singapour, dont le ratio DIRD/PIB a reculé, passant de 2,3 % en 2007 à 2,0 % en 2012, a cédé la première place régionale à l'Australie, dont les dépenses de R&D se sont maintenues à 2,3 % du PIB (tableau 27.2). Mais le leadership australien dans ce domaine pourrait être de courte durée, car Singapour envisage de porter son ratio DIRD/PIB à 3,5 % d'ici 2015.

Les entreprises assurent une part comparativement élevée de la R&D dans quatre pays : Singapour, l'Australie, les Philippines et la Malaisie (voir chapitre 26). Dans le cas des deux derniers, il faut y voir très probablement un effet de la forte présence de sociétés multinationales sur leur territoire. Depuis 2008, de nombreux pays ont accru leur effort de R&D, y compris dans le secteur des entreprises. Dans certains d'entre eux, toutefois, les investissements privés dans la R&D sont fortement concentrés dans le secteur des ressources naturelles, telles que l'exploitation minière et les minerais en Australie. Pour de nombreux pays, le défi consistera à renforcer et à diversifier la participation du secteur des entreprises à la R&D afin qu'elles consentent à des investissements dans un plus grand nombre de secteurs industriels.

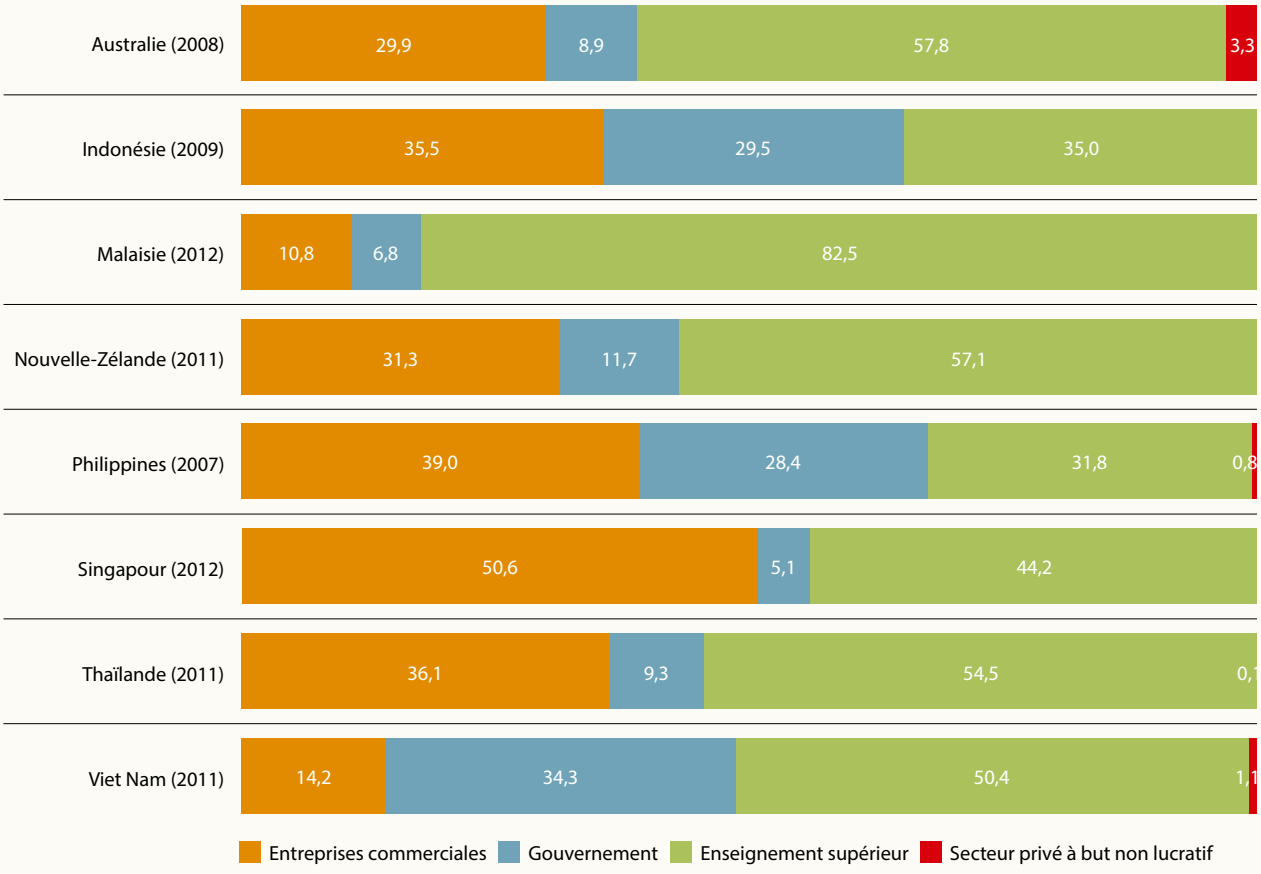
Émergence d'un pôle de connaissances Asie-Pacifique

Le nombre de publications scientifiques des pays considérés dans le présent chapitre indexées par le moteur de recherche Web of Science a connu une croissance soutenue entre 2005 et 2014. Certains pays d'Asie ont enregistré un taux de croissance annuel de 30 % ou plus (figure 27.8). Parmi les États insulaires du Pacifique, les Fidji et la Papouasie-Nouvelle-Guinée ont été les deux principaux contributeurs en matière de publications scientifiques. Alors que les publications australiennes et néo-zélandaises portent davantage sur les sciences de la vie, celles des États insulaires du Pacifique concernent majoritairement les géosciences. Les pays d'Asie du Sud-Est, quant à eux, se spécialisent dans ces deux domaines.

Les pays riverains du Pacifique cherchent des moyens d'associer leurs connaissances nationales aux progrès de la science réalisés sur le plan régional et mondial. L'une des raisons pour laquelle la région cherche à renforcer ces échanges est sa vulnérabilité aux catastrophes naturelles, telles que les tremblements de terre et les tsunamis. Ce n'est ainsi pas par hasard que l'on parle de « ceinture de feu » pour désigner le pourtour de l'océan Pacifique. La nécessité pour les pays de renforcer leur résilience face aux catastrophes naturelles les incite à développer la coopération dans le domaine des géosciences. L'autre source de préoccupation concerne le changement climatique, car le pourtour de l'océan Pacifique est également l'une des régions du monde les plus vulnérables à la montée du niveau de la mer et à un climat de plus en plus capricieux. En mars 2015, la majeure partie du Vanuatu a été dévastée par le cyclone Pam. En partie pour garantir la viabilité de son agriculture, le Cambodge a adopté un *Plan stratégique de lutte contre le changement climatique* couvrant la période 2014-2023, avec le soutien financier de l'Union européenne et d'autres partenaires.

Le taux de citation des articles publiés dans la région est en hausse. Entre 2008 et 2012, certains pays d'Asie du Sud-Est et d'Océanie ont dépassé la moyenne de l'OCDE pour ce qui est de la part de leurs articles dans les 10 % les plus cités. Il est possible dans certains cas, comme au Cambodge, que le nombre croissant d'articles copubliés avec des auteurs étrangers ait contribué à ce résultat positif. Hormis le Viet Nam et la Thaïlande, tous les pays ont augmenté leur proportion d'articles scientifiques copubliés avec un ou des auteurs étrangers au cours de la dernière décennie. Dans le cas des plus petits États ou des économies en transition, les publications rédigées en collaboration avec des chercheurs étrangers représentent même plus de 90 % du total, comme en Papouasie-Nouvelle-Guinée, au Cambodge, au Myanmar et dans certains États insulaires du Pacifique. Cette collaboration implique surtout les principaux pôles de connaissances mondiaux (États-Unis, Royaume-Uni, Chine, Inde, Japon et

Figure 27.7 : **Chercheurs (ETP) en Asie du Sud-Est et en Océanie, par secteur d'emploi, 2012 ou année la plus proche (%)**



Remarque : Les données pour le Viet Nam portent sur des personnes physiques.

Source : Institut de statistique de l'UNESCO, juin 2015.

Tableau 27.2 : **DIRD en Asie du Sud-Est et en Océanie, 2013 ou année la plus proche**

	En % du PIB	Dollars PPA par habitant	Part exécutée par les entreprises (%)	Part financée par les entreprises (%)
Australie (2011)	2,25	921,5	57,9	61,9[-3]
Nouvelle-Zélande (2009)	1,27	400,2	45,4	40,0
Indonésie (2013*)	0,09	6,2	25,7	–
Malaisie (2011)	1,13	251,4	64,4	60,2
Philippines (2007)	0,11	5,4	56,9	62,0
Singapour (2012)	2,02	1 537,3	60,9	53,4
Thaïlande (2011)	0,39	49,6	50,6	51,7
Viet Nam (2011)	0,19	8,8	26,0	28,4

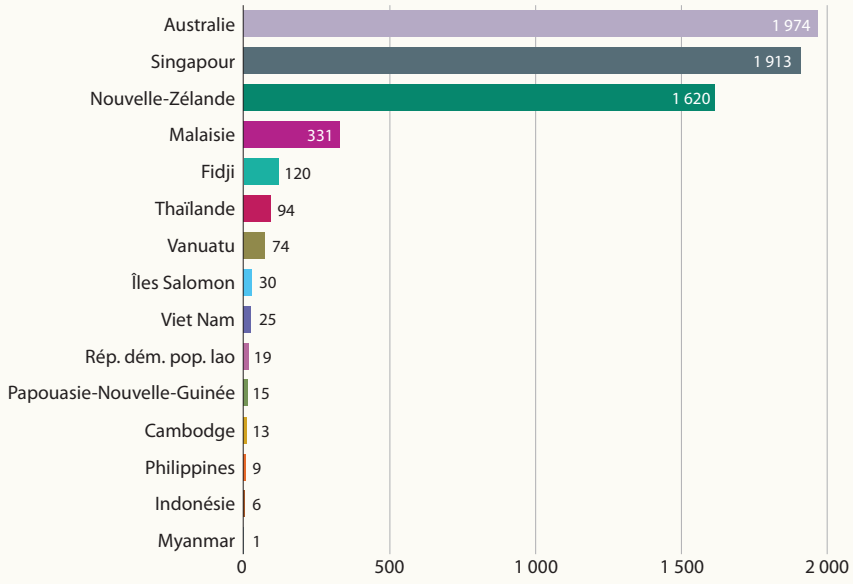
* Estimation nationale.

Source : Institut de statistique de l'UNESCO, juin 2015.

Figure 27.8 : **Tendances en matière de publications scientifiques en Asie du Sud-Est et en Océanie, 2005-2014**

Les scientifiques australiens, singapouriens et néo-zélandais sont les plus productifs

Publications par million d'habitants en 2014



60,1 %

Taux de croissance annuelle du nombre de publications de la Malaisie, 2005-2014

31,2 %

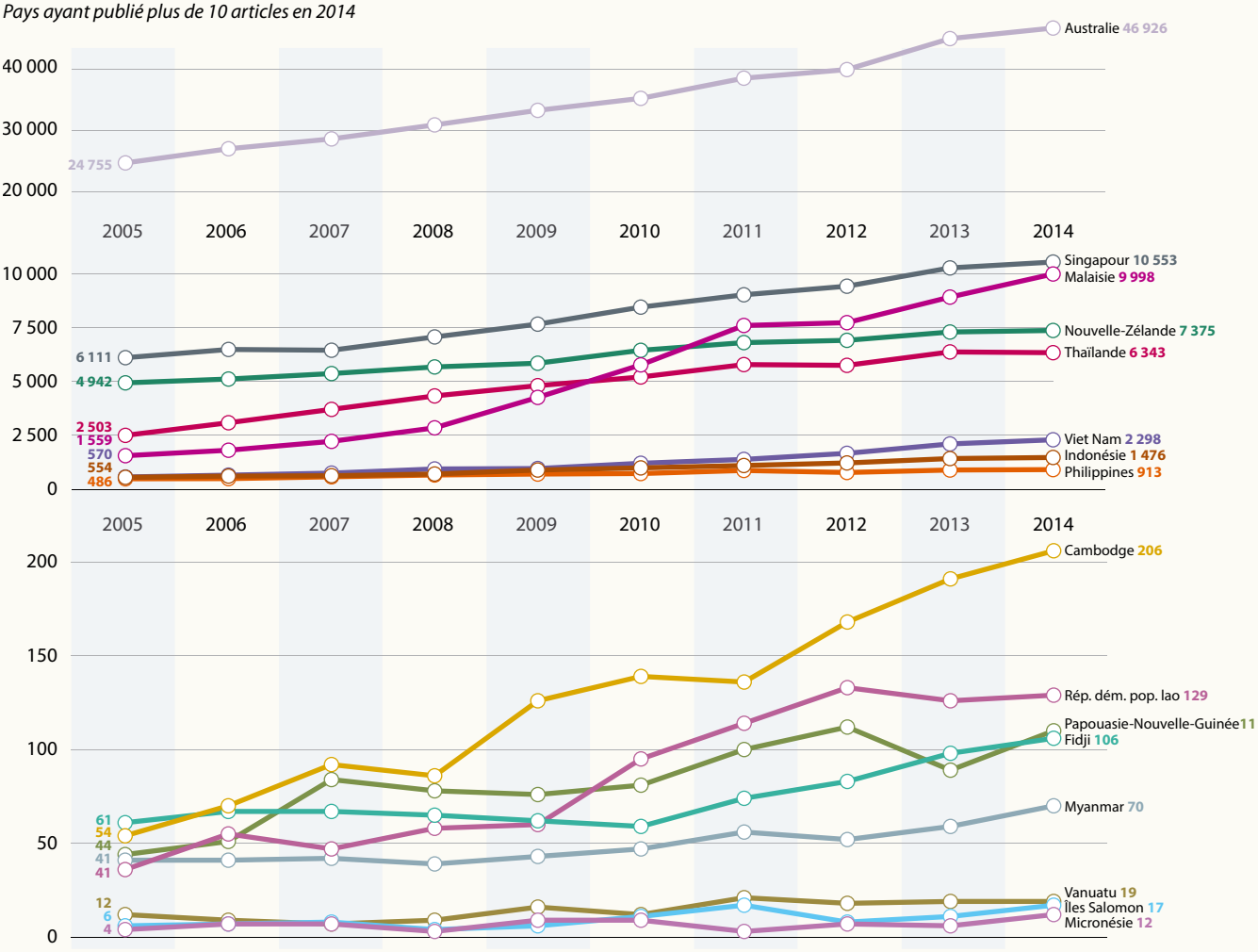
Taux de croissance annuelle du nombre de publications du Viet Nam, du Cambodge et de la RDP lao, 2005-2014

7,8 %

Taux de croissance annuelle du nombre de publications de l'Australie, de la Nouvelle-Zélande et de Singapour, 2005-2014

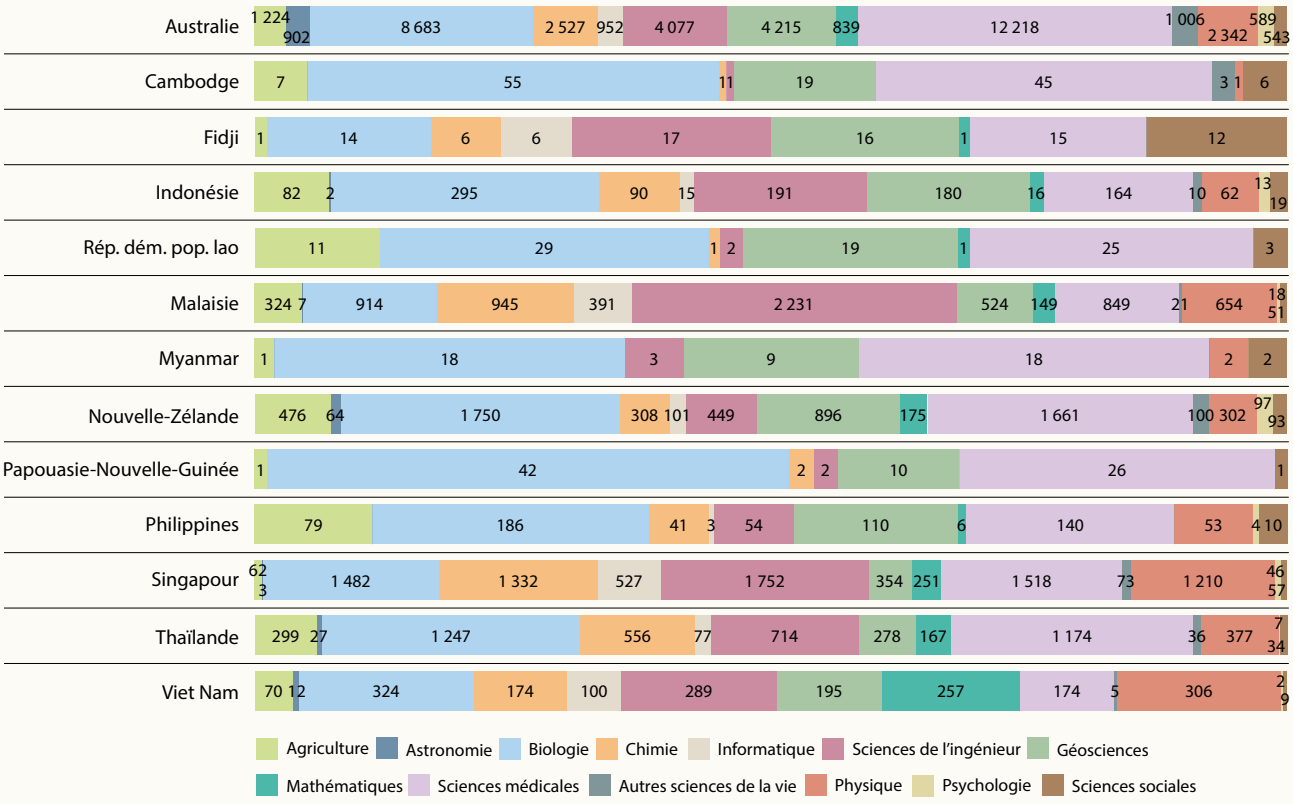
Les pays les plus productifs affichent une croissance régulière

Pays ayant publié plus de 10 articles en 2014



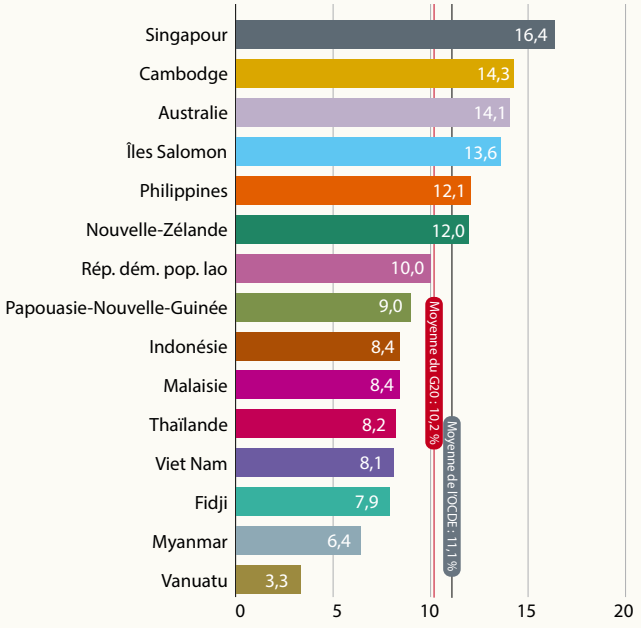
Les sciences de l'ingénieur dominent en Malaisie et à Singapour, les sciences de la vie et les géosciences s'imposent ailleurs

Pays ayant publié plus de 20 articles en 2014 ; totaux cumulés par discipline, 2008-2014



Remarque : Les articles non indexés sont exclus.

Six pays ont dépassé la moyenne de l'OCDE pour ce qui est de la part de leurs articles dans les 10 % les plus cités, entre 2008 et 2012



Cinq pays ont dépassé la moyenne de l'OCDE concernant le taux de citation moyen, entre 2008 et 2012

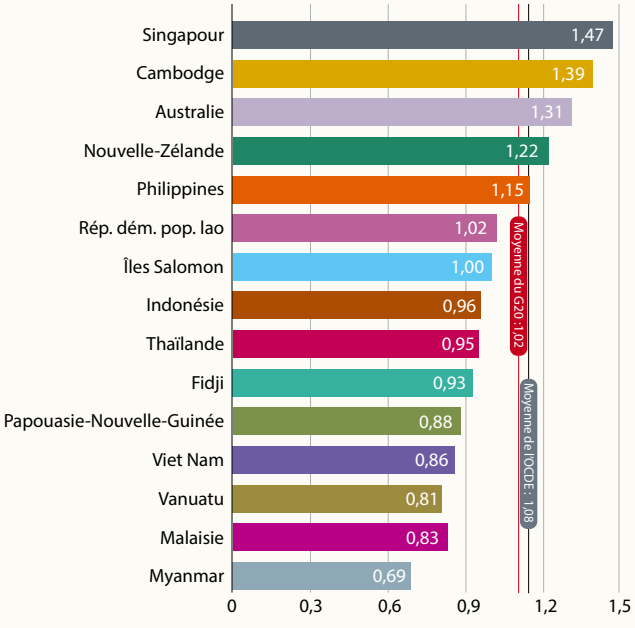


Figure 27.8 (suite)

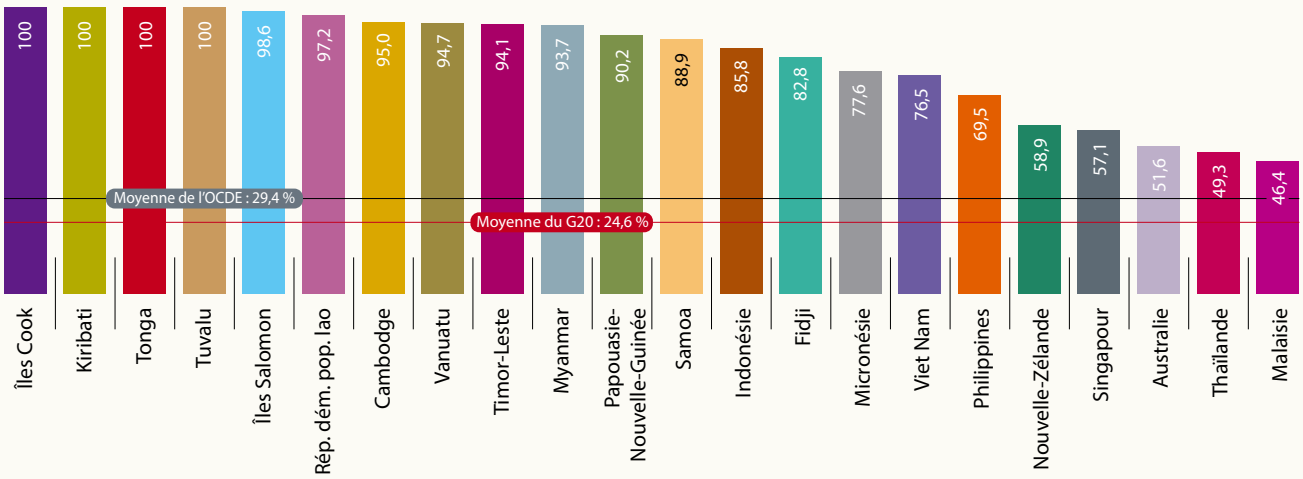
Les pays collaborent avec un vaste éventail de partenaires

Principaux partenaires étrangers, 2008-2014 (nombre d'articles)

	1er partenaire	2e partenaire	3e partenaire	4e partenaire	5e partenaire
Australie	États-Unis (43 225)	Royaume-Uni (29 324)	Chine (21 058)	Allemagne (15 493)	Canada (12 964)
Cambodge	États-Unis (307)	Thaïlande (233)	France (230)	Royaume-Uni (188)	Japon (136)
Îles Cook	États-Unis (17)	Australie/Nouvelle-Zélande (11)		France (4)	Brésil/Japon (3)
Fidji	Australie (229)	États-Unis (110)	Nouvelle-Zélande (94)	Royaume-Uni (81)	Inde (66)
Indonésie	Japon (1 848)	États-Unis (1 147)	Australie (1 098)	Malaisie (950)	Pays-Bas (801)
Kiribati	Australie (7)	Nouvelle-Zélande (6)	États-Unis/Fidji (5)		Papouasie-Nouvelle-Guinée (4)
Rép. dém. pop. lao	Thaïlande (191)	Royaume-Uni (161)	États-Unis (136)	France (125)	Australie (117)
Malaisie	Royaume-Uni (3 076)	Inde (2 611)	Australie (2 425)	Iran (2 402)	États-Unis (2 308)
Micronésie	États-Unis (26)	Australie (9)	Fidji (8)	Îles Marshall (6)	Nouvelle-Zélande/ Palaos (5)
Myanmar	Japon (102)	Thaïlande (91)	États-Unis (75)	Australie (46)	Royaume-Uni (43)
Nouvelle-Zélande	États-Unis (8 853)	Australie (7 861)	Royaume-Uni (6 385)	Allemagne (3 021)	Canada (2 500)
Papouasie-Nouvelle-Guinée	Australie (375)	États-Unis (197)	Royaume-Uni (103)	Espagne (91)	Suisse (70)
Philippines	États-Unis (1 298)	Japon (909)	Australie (538)	Chine (500)	Royaume-Uni (410)
Samoa	États-Unis (5)	Australie (4)	Chili/Chine/Costa Rica/Équateur/ Espagne/Fidji/France/ Îles Cook/Japon/ Nouvelle-Zélande (1)		
Singapour	Chine (11 179)	États-Unis (10 680)	Australie (4 166)	Royaume-Uni (4 055)	Japon (2 098)
Îles Salomon	Australie (48)	États-Unis (15)	Vanuatu (10)	Royaume-Uni (9)	Fidji (8)
Thaïlande	États-Unis (6 329)	Japon (4 108)	Royaume-Uni (2 749)	Australie (2 072)	Chine (1 668)
Tonga	Australie (17)	Fidji (13)	Nouvelle-Zélande (11)	États-Unis (9)	France (3)
Vanuatu	France (49)	Australie (45)	États-Unis (24)	Îles Salomon/Japon/ Nouvelle-Zélande (10)	
Viet Nam	États-Unis (1 401)	Japon (1 384)	Rép. de Corée (1 289)	France (1 126)	Royaume-Uni (906)

Les pays dont les systèmes scientifiques sont modestes ou naissants affichent des taux élevés de collaboration

Part des publications signées par des coauteurs étrangers, 2008-2014



Remarque : Les données de certains indicateurs ne sont pas disponibles pour les Îles Cook, Kiribati, la Micronésie, Nioué, Samoa, Tonga et le Vanuatu.

Source : Plate-forme de recherche Web of Science de Thomson Reuters, Science Citation Index Expanded ; traitement des données par Science-Metrix.

France), toutefois, dans les faits, on assiste à l'émergence d'un « pôle de connaissances » Asie-Pacifique. L'Australie, par exemple, est l'un des cinq premiers collaborateurs de 17 pays sur 20 (figure 27.8).

L'Association de coopération économique Asie-Pacifique (APEC) envisage d'accompagner le développement de ce nouveau pôle de connaissances. L'APEC a achevé en 2014 une étude[3] sur la pénurie de compétences dans la région, en vue de créer un système de suivi pour répondre aux besoins de formation, avant que la pénurie n'atteigne un stade critique.

Le comité Science et Technologie de l'ANASE a lancé l'Initiative de Krabi en 2010, qui a depuis élaboré le *Plan d'action de l'ANASE pour la science, la technologie et l'innovation* (APASTI) qui couvre la période 2016-2020. Un des aspects intéressants de ce plan d'action est son approche intégrée de la science, de la technologie et de l'innovation. Il vise à renforcer la compétitivité dans la région en contribuant à la fois à l'inclusion sociale et au développement durable. Ce plan devrait être adopté par les États membres de l'ANASE d'ici la fin 2015. Il couvre huit domaines thématiques :

- Priorité aux marchés mondiaux ;
- Communication numérique et réseaux sociaux ;
- Technologie verte ;
- Énergie ;
- Ressources en eau ;
- Biodiversité ;
- Science ;
- « Innovation pour la vie ».

Parallèlement, des manifestations comme les journées annuelles UE-ANASE pour la science, la technologie et l'innovation renforcent le dialogue et la coopération entre les deux entités régionales. La deuxième édition de cette manifestation s'est tenue en France en mars 2015 et la troisième est prévue au Viet Nam en 2016. L'édition 2015 portait sur l'excellence scientifique dans les pays de l'ANASE. Près de 24 exposants ont présenté les recherches de leur institution ou de leur entreprise. Par ailleurs, des ateliers consacrés à des thèmes scientifiques ont également été organisés, ainsi que deux sessions sur les politiques, l'une sur l'évolution de la Communauté économique de l'ANASE et la seconde sur l'importance des droits de propriété intellectuelle pour les pays de la région. Ce forum annuel a été organisé dans le cadre du projet SEA-EU NET II (réseau international de coopération scientifique entre l'Asie du Sud-Est et l'UE), financé par le septième programme-cadre de l'Union européenne pour la recherche et l'innovation. Un réseau visant à favoriser le dialogue stratégique entre l'UE et la région Pacifique a également été lancé au titre dudit programme-cadre (voir p. 727).

3. Voir http://hrd.apec.org/index.php/APEC_Skills_Mapping_Project.

PROFILS DE PAYS

AUSTRALIE



La fin du boom des ressources naturelles pèse sur les budgets de S&T

L'Australie continue à jouer un rôle important dans la STI à l'échelle de la région. Ses universités attirent toujours les futurs scientifiques et ingénieurs de la région et le pays compte les effectifs les plus importants, en valeur absolue, de chercheurs et de techniciens en équivalent temps plein, ainsi que le ratio DIRD/PIB le plus élevé (2,25 %). Le pays peut également s'appuyer sur un secteur des entreprises dynamique qui finance près des deux tiers des DIRD (tableau 27.2). En 2014, l'Australie a produit 54 % des articles de la région indexés dans la base documentaire Web of Science (figure 27.8).

Le système national d'innovation n'est toutefois pas exempt de faiblesses. Ian Chubb, « Chief Scientist » (le plus haut responsable scientifique) du gouvernement australien a récemment fait observer que si l'Australie occupait la 17e place sur 143 pays au classement de l'Indice mondial de l'innovation 2014, le pays ne se classait en revanche qu'au 81e rang de l'Indice pour ce qui est de l'aptitude à convertir les capacités d'innovation brute en résultats utiles pour les entreprises, à savoir de nouvelles connaissances, de meilleurs produits, des industries créatives et une richesse croissante (ratio de l'efficacité de l'innovation). En 2013, les exportations australiennes de produits de haute technologie n'ont représenté que 1,7 % du total de l'Asie du Sud-Est et de l'Océanie, devant seulement trois pays : la Nouvelle-Zélande, le Cambodge et les États insulaires du Pacifique (figure 27.4). À la différence de nombreux pays de l'ANASE, l'Australie est peu engagée dans l'assemblage de produits de la chaîne de valeur mondiale de l'électronique. Cela montre pourquoi les comparaisons entre les exportations de produits de haute technologie des différents pays de la région devraient prendre en compte la situation de chaque économie dans la production et les exportations mondiales de ce type de produits.

La réussite économique de l'Australie au cours des dernières décennies est en grande partie liée au boom des ressources naturelles (minerai de fer et charbon en particulier). Ce boom a également été à l'origine d'une part importante des investissements en R&D : en 2011, 22 % des dépenses de R&D des entreprises ont concerné le secteur minier, qui a également assumé 13,0 % des DIRD. En 2013, ce même secteur a été à l'origine de 59 % des exportations australiennes, dont près de 40 % de minerai de fer. Le prix mondial de la tonne de minerai de fer a chuté, passant de 177 dollars des Etats-Unis en 2011 à moins de 45 dollars des Etats-Unis en juillet 2015. Cette chute s'explique en grande partie par la baisse de la demande chinoise et indienne. Même si les prix devraient se stabiliser, voire augmenter, en 2015, l'impact sur les recettes de ce secteur exportateur majeur a été important.

Une nouvelle orientation stratégique

Entre 2010 et 2013, la majorité des rapports stratégiques ont été consacrés à l'innovation. Cette tendance s'est confirmée depuis la nomination du nouveau gouvernement. L'examen du programme australien des centres de recherche coopérative annoncé en 2014 vise par exemple à trouver des moyens de doper la productivité et la compétitivité de l'Australie.

Le gouvernement de coalition dirigé par Tony Abbott a néanmoins introduit des changements dans l'orientation globale de la politique de STI depuis son arrivée au pouvoir en septembre 2013. Dans un contexte de baisses des recettes budgétaires depuis la fin du boom des ressources naturelles, le budget 2014-2015 a opéré des coupes drastiques dans le financement des grands organismes scientifiques australiens. L'Organisation du Commonwealth pour la recherche scientifique et industrielle (CSIRO), un organisme à vocation industrielle également impliqué dans la recherche, doit faire face à une réduction budgétaire de 111 millions de dollars australiens (AU) [3,6 %] sur quatre ans et à la suppression de 400 postes (9 % des effectifs). Le programme des centres de recherche coopérative est maintenu mais son financement a été gelé au niveau actuel et subira une baisse supplémentaire en 2017-2018. Par ailleurs, un certain nombre de programmes visant à favoriser l'innovation et la commercialisation ont été abandonnés. C'est le cas notamment d'initiatives de longue date telles qu'Enterprise Connect, les conseils de l'innovation industrielle et les zones d'innovation industrielle. Le gouvernement actuel a remplacé ces mécanismes incitatifs par cinq centres de croissance sectoriels, dont la création a été annoncée dans le cadre du budget 2014-2015. Ces centres, dotés chacun d'un budget de 3,5 millions de dollars AU sur quatre ans, ciblent les cinq secteurs suivants :

- Alimentation et agriculture ;
- Équipements et services pour l'industrie minière ;
- Réserves de pétrole, de gaz et d'énergie ;
- Technologies médicales et produits pharmaceutiques ;
- Fabrication de pointe.

La réussite de ces centres sera mesurée au moyen d'indicateurs portant sur les activités des entreprises, tels que l'accroissement des investissements, l'emploi, la productivité et le chiffre d'affaires, l'allégement des démarches administratives, l'amélioration des liens entre l'industrie et la recherche et de l'intégration aux chaînes de valeur internationales, conformément à la nouvelle approche définie en 2014 par le Ministre de l'industrie et de la science, Ian Macfarlane.

L'approche du gouvernement actuel va très nettement à l'encontre des stratégies précédentes qui privilégiaient les énergies renouvelables et la réduction des émissions de CO_2. La taxe carbone mise en place par le précédent gouvernement travailliste a été abandonnée et le budget 2014-2015 prévoit la suppression de l'Agence australienne des énergies renouvelables (ARENA) et de la Corporation du financement des énergies propres. Créée en juillet 2012 pour promouvoir le développement, la commercialisation et la diffusion des énergies renouvelables et des technologies afférentes, l'ARENA a absorbé le Centre australien des énergies renouvelables qui avait été établi en 2009. Toutefois, l'ARENA et la Corporation du financement des énergies propres ont toutes deux été établies par des lois du Parlement et, bien que le ministre en charge du dossier ait informé les parlementaires en octobre 2014 de la volonté du gouvernement de supprimer ces deux organismes, l'actuel gouvernement n'est pas parvenu à obtenir la majorité absolue à la chambre haute pour abroger les lois en question.

Certains programmes publics de recherche ont toutefois bénéficié d'arbitrages favorables dans le budget 2014-2015. Le programme sur l'Antarctique, par exemple, va être pourvu d'un nouveau navire brise-glace, d'un coût de 500 millions de dollars AU. Cette décision va dans le sens de la stratégie du gouvernement, qui souhaite faire de la Tasmanie un pôle régional pour la recherche et les services liés à l'Antarctique.

Par ailleurs, la recherche médicale fait désormais partie des priorités, puisqu'un fonds pour la recherche médicale doté d'une enveloppe de 20 milliards de dollars AU devrait être mis en place. La création d'un tel fonds était liée au projet du gouvernement de mettre fin à la gratuité des soins médicaux garantie actuellement par le système Medicare, dont bénéficient les personnes aux revenus les plus modestes depuis deux décennies, et d'introduire des honoraires de consultation et autres frais de services pour les patients. Ce nouveau prélèvement était controversé et a finalement été rejeté par le Parlement. Un tel projet reflète la philosophie de l'actuel gouvernement. Ce dernier considère en effet la science comme un coût que les usagers doivent rembourser, plutôt que comme un investissement stratégique national.

Cette approche de la science qui transparaît dans le budget 2014-2015 a suscité l'inquiétude de différents groupes de parties prenantes. La CSIRO a ainsi parlé d'un budget « à courte vue » et « destructeur », tandis que l'Association des centres de recherche coopérative estimait que le budget « était même pire que ce qu'[elle] avait envisagé ». L'un des professeurs les plus émérites du pays, Jonathan Borwein, a fait remarquer que « la science ne se limit[ait] pas à la recherche médicale ». En mai 2015, le gouvernement a annoncé un financement supplémentaire de 300 millions de dollars AU au profit de la *Stratégie nationale relative aux infrastructures de recherche collaborative* et augmenté la part du budget fédéral destinée au fonds de recherche médicale dont la création a été annoncée dans le budget 2014-2015.

L'examen du programme des centres de recherche coopérative, conduit en mai 2015, a débouché sur un autre développement stratégique. Ses auteurs ont préconisé une

orientation commerciale plus marquée et l'introduction de projets de recherche coopérative à plus court terme (trois ans) dans le programme. Toutes ces recommandations ont été acceptées par le gouvernement actuel. En l'absence de financement additionnel pour le programme, une orientation commerciale plus marquée pourrait voir le jour au détriment de la science pour le bien public, ces centres de recherche coopérative intervenant jusqu'alors dans des domaines comme le changement climatique ou la santé.

La création d'un Conseil national de la science présidé par le Premier Ministre est une des initiatives récentes qui a reçu le soutien de la communauté scientifique. Bien que Ian Chubb ait argué que le conseil « contribuerait à la réflexion stratégique sur la science », l'Académie des sciences a pour sa part estimé que le nouvel organisme ne saurait remplacer un ministre de la science. Il s'agissait d'une référence à la décision prise en décembre 2014 de confier le portefeuille de la science au ministre de l'industrie.

Annoncé en octobre 2014, le *Programme pour l'innovation et la compétitivité industrielles* comprend des initiatives visant à améliorer l'enseignement de la science, des sciences de l'ingénieur et des mathématiques, mais uniquement dans une optique de contribution de ces disciplines aux perspectives industrielles et économiques du pays. Le rôle important de la science pour améliorer la base de connaissances du pays ou résoudre des problèmes de santé ou environnementaux urgents d'ampleur nationale ou internationale, n'occupe actuellement qu'une place très limitée dans la réflexion des acteurs politiques.

Les universités dominent désormais la recherche publique

En Australie, l'activité scientifique s'articule habituellement autour d'un solide système de recherche publique, reposant sur quatre piliers principaux : la CSIRO, l'Institut australien des sciences de la mer, l'Organisation australienne des sciences et des technologies nucléaires et l'Organisation des sciences et des technologies de la défense. En outre, les départements de l'agriculture des États sont traditionnellement impliqués dans la recherche agronomique.

Cependant, ces dernières années, le système universitaire est devenu la principale priorité de la recherche publique. Plus de 70 % de la recherche publique (en valeur) est désormais exécutée dans les universités australiennes, soit 30 % des DIRD. Les principaux domaines de la recherche universitaire sont les sciences médicales et de la santé (29 %), les sciences de l'ingénieur (10 %) et la biologie (8 %). Les institutions de recherche de l'État, qui ne représentent aujourd'hui que 11 % des DIRD, ciblent plus ou moins les mêmes domaines que la recherche universitaire, à l'exception de la recherche agronomique (19 %). Suivent les sciences médicales et de la santé (15 %), les sciences de l'ingénieur (15 %) et la biologie (11 %). La part respective des différents domaines de recherche est illustrée par les statistiques de la figure 27.8.

Le gouvernement, qui finançait les organismes publics de recherche, a vu son rôle évoluer vers celui de bailleur principal, de régulateur des normes et d'évaluateur de la qualité de la recherche. De nombreuses fonctions de R&D des organismes publics de recherche ont été transférées au secteur privé ou aux universités. Cela a changé la nature du financement public : les allocations directes ont été remplacées par un système de subventions géré par des organismes comme le Conseil australien de la recherche, le Conseil national de la recherche dans les sciences médicales et de la santé, le programme des centres de recherche coopérative et les corporations de R&D rurale. Ces dernières, qui ont été créées il y a plus de 70 ans, sont un mécanisme propre à l'Australie qui combine des fonds publics et des fonds de contrepartie provenant de cotisations des producteurs. Le gouvernement se base sur des critères de pertinence sectorielle pour allouer les bourses de recherche par voie de concours, les subventions de recherche octroyées par l'intermédiaire des collectivités, les bourses doctorales, ou statuer sur les admissions à l'université (Gouvernement australien, 2014). Par conséquent, une bonne partie de la réflexion stratégique actuelle porte sur les moyens de mettre les capacités grandissantes de recherche universitaire au service du secteur des entreprises.

Un rapport commandé par le Chief Scientist révèle qu'une part non négligeable de l'économie australienne (11 % soit 145 milliards de dollars AU) dépend directement de la physique et des mathématiques de pointe (AAS, 2015). Comme nous l'avons vu, les points forts des secteurs universitaire et gouvernemental concernent d'autres domaines (sciences de la mer, sciences médicales), bien que le gouvernement actuel ait l'intention de favoriser des travaux de recherche rejoignant les intérêts de l'industrie.

Ian Chubb a également attiré l'attention sur certains problèmes structurels sous-jacents qui plombent le système d'innovation australien, tels que les barrières culturelles qui freinent à la fois la prise de risque et la circulation des personnes, des idées et des fonds entre les secteurs public et privé. La facilitation de la mise en application des innovations scientifiques constitue un défi majeur que l'Australie devra relever au cours de la prochaine décennie afin d'égaler les performances d'autres économies plus innovantes.

Un secteur académique résolument tourné vers la région

L'Australie compte 39 universités, dont trois privées. En 2013, elles accueillaient un total de 1,2 million d'étudiants, dont 5 % (62 471) suivaient un cursus de master ou de doctorat. Il s'agit d'un pourcentage bien plus faible que dans d'autres pays d'Asie, dont Singapour, la Malaisie, la République de Corée, le Pakistan et le Bangladesh (figure 27.5). Par ailleurs, plus de 30 % des postdoctorants viennent de l'étranger et plus de la moitié d'entre eux (53 %) sont inscrits en science et en sciences de l'ingénieur. Ces chiffres indiquent que l'Australie ne produit qu'un nombre modeste de scientifiques et d'ingénieurs locaux. Cette tendance, qui pourrait être un motif

de préoccupation dans certains cercles politiques, reflète également le rôle de pôle régional de formation scientifique que joue l'Australie.

Le rôle de plus en plus central du système d'enseignement supérieur australien dans la région est également illustré par les tendances en matière de copublications scientifiques. L'Australie figure parmi les cinq principaux pays collaborateurs de tous les États du Pacifique étudiés dans ce chapitre et de sept pays d'Asie du Sud-Est sur neuf. L'expérience au niveau international montre que de toute évidence, la collaboration est essentielle pour résoudre les problèmes sociaux et industriels. L'Australie est donc particulièrement bien placée, grâce à son système de recherche mondialement reconnu et au nombre élevé de collaborations internationales (52 %), et a donc toutes les raisons de chercher à maintenir son avantage comparatif.

Parallèlement, la région asiatique s'affirme de plus en plus dans le domaine scientifique. Cette tendance est à l'origine d'un débat intéressant en Australie sur un possible réajustement des priorités nationales d'investissement de manière à soutenir les points forts de la recherche régionale tels qu'ils sont reflétés par les universités asiatiques. Dans cette perspective, un ensemble plus nuancé de priorités émerge, avec en tête l'écologie, l'environnement, les sciences animales et végétales, la médecine clinique, l'immunologie et les neurosciences.

Un double défi en matière de STI

L'Australie fait face à un double défi en matière de science, de technologie et d'innovation. Premièrement, afin d'orienter davantage l'économie vers la production de biens à plus forte valeur ajoutée, il est nécessaire que les investissements publics dans la R&D soient en cohérence avec les nouveaux débouchés en matière de produits et de services innovants. Par exemple, le déclin du charbon comme principale source d'énergie de la production mondiale ouvre de nouvelles perspectives scientifiques dans le domaine des énergies renouvelables. Il y a une dizaine d'années, la R&D australienne était bien placée pour être à la pointe dans ce domaine novateur. Depuis lors, l'Australie a été dépassée par d'autres pays mais conserve sa capacité à être un fer de lance dans ce domaine. Si le projet de créer des centres de croissance industrielle et le programme des centres de recherche coopérative, établi de longue date, possèdent l'ossature et la capacité scientifique nécessaires à un tel développement, le gouvernement devra également faire un meilleur usage des politiques afin de minimiser les risques pour le secteur des entreprises et de tirer profit des points forts de la science australienne dans ces domaines.

Un autre défi, corollaire du premier, sera de garantir que la science ne devienne pas une sous-catégorie du développement industriel et commercial. Ce sont les points forts de l'Australie dans le domaine scientifique et la solidité de ses institutions qui lui ont permis de devenir un pôle de connaissances majeur à l'échelle régionale.

CAMBODGE



Une stratégie de croissance efficace

Depuis 2010, 40 ans après la fin de la guerre civile, le Cambodge poursuit son impressionnante transition vers l'économie de marché. La croissance annuelle moyenne a été de 6,4 % entre 2007 et 2012, et le taux de pauvreté est passé de 48 à 19 % de la population, selon la *Stratégie de partenariat pays 2014-2018* de la Banque asiatique de développement.

Le Cambodge exporte principalement des vêtements et des produits de l'agriculture et de la pêche, mais le pays cherche à diversifier son économie. Les statistiques attestent d'un certain développement des exportations de produits à valeur ajoutée, dont le niveau de départ était faible, en grande partie grâce à la fabrication de produits électriques et de télécommunications par des multinationales étrangères implantées dans le pays.

Hausse des dépenses d'éducation, faiblesse de l'investissement en R&D

Les dépenses publiques d'éducation sont passées de 1,6 % du PIB en 2007 à 2,6 % en 2010. La part allouée à l'enseignement supérieur est en hausse mais demeure faible : 0,38 % du PIB et 15 % des dépenses totales. D'ailleurs, malgré ces progrès, le Cambodge occupe toujours la dernière place des pays de la région au titre de la composante « éducation » de l'Indice de l'économie du savoir de la Banque mondiale.

Selon l'Institut de statistique de l'UNESCO, les DIRD représentent environ 0,05 % du PIB. Comme cela est souvent le cas dans les pays les moins avancés, l'économie cambodgienne dépend fortement de l'aide internationale. L'environnement réglementaire dans lequel les organisations non gouvernementales (ONG) opèrent au Cambodge fait actuellement l'objet d'un débat parlementaire. Il sera intéressant d'observer si de potentiels changements législatifs dans ce domaine entraînent une réduction des investissements du secteur non lucratif dans la R&D.

Le nombre de publications scientifiques a connu une hausse de 17 % en moyenne entre 2005 et 2014. Seuls trois pays ont connu un taux de croissance supérieur : la Malaisie, Singapour et le Viet Nam (figure 27.8). Il faut noter toutefois que le nombre des publications cambodgiennes était très faible au début de cette période et que ces dernières ne portaient que sur un nombre limité de domaines : ainsi, en 2014 la majorité des articles concernait la biologie et les sciences médicales.

Une première stratégie nationale pour la S&T

Comme dans beaucoup de pays à faible revenu, les progrès du Cambodge en matière de science et de technologie ont été freinés par le manque de coordination entre les différents ministères et par l'absence de stratégie nationale globale pour la science et le développement. En 2010, le Ministère

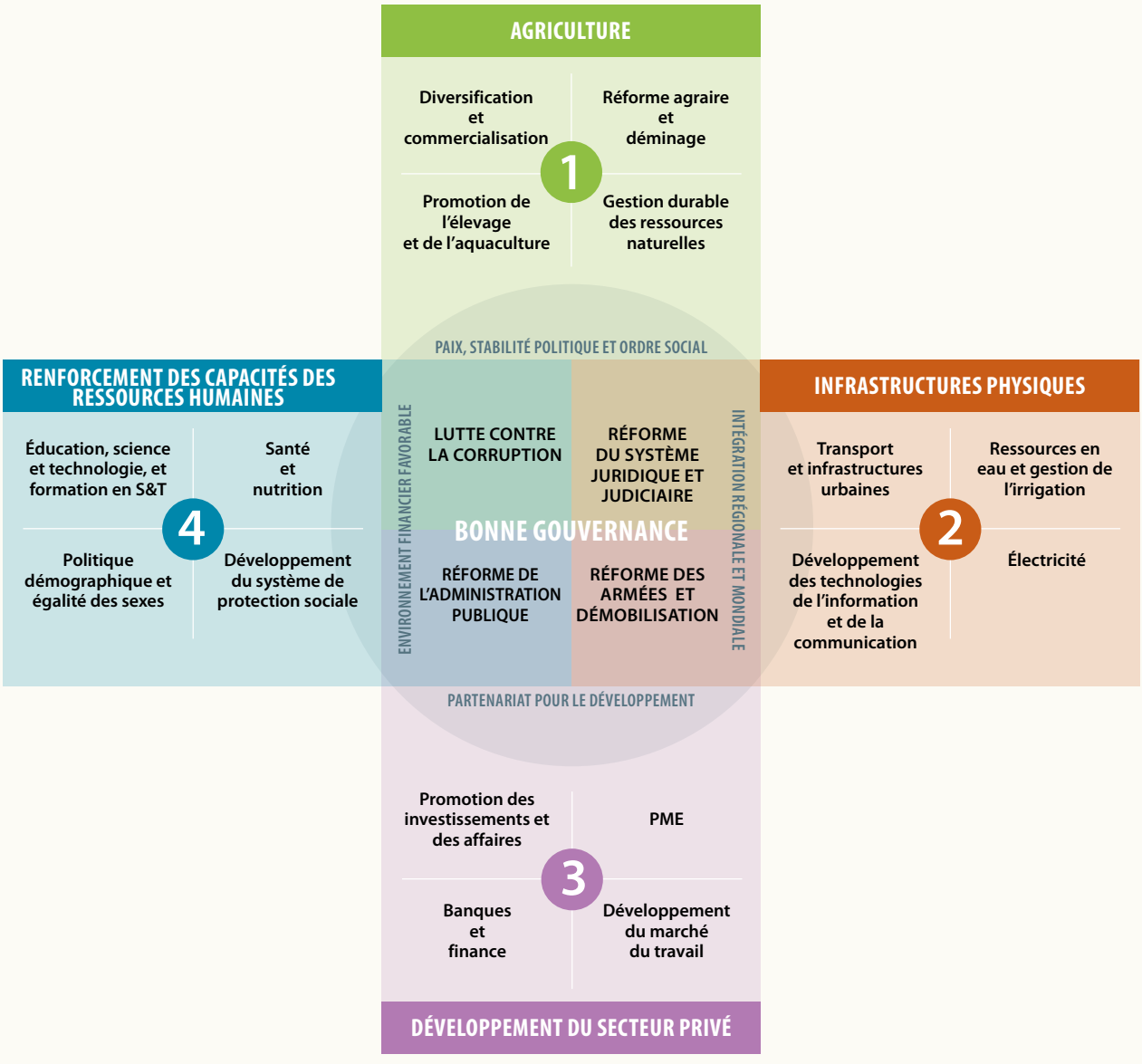
de l'éducation, de la jeunesse et des sports[4] a approuvé une *Politique pour le développement de la recherche dans le secteur de l'éducation*. Cette décision a représenté la première étape vers une approche nationale de la R&D applicable à l'ensemble du secteur universitaire et vers la mise en œuvre de la recherche au profit des objectifs de développement national.

L'étape suivante a été l'adoption du premier *Plan directeur national pour la science et la technologie 2014–2020*. Son lancement officiel par le Ministère de la planification, en décembre 2014, a été l'aboutissement d'un processus de deux ans qui a bénéficié du soutien de l'Agence coréenne pour la coopération internationale (KOICA, 2014). Le plan prévoit la création d'une fondation pour la science et la technologie qui sera chargée de promouvoir l'innovation industrielle, en mettant l'accent sur le secteur primaire, en particulier l'agriculture, et les TIC.

Un autre élément qui indique que le Cambodge adopte une approche plus coordonnée de la politique de S&T et de son intégration dans les plans de développement plus larges du pays est la phase III de la *Stratégie de développement rectangulaire* du gouvernement, qui a été lancée en 2014. Cette phase vise à servir d'instrument politique pour réaliser les objectifs de la nouvelle *Vision 2030* du Cambodge, à savoir faire du Cambodge une économie à revenu intermédiaire

4. Un Comité national pour la science et la technologie représentant 11 ministères est en place depuis 1999. Bien que sept ministères différents soient responsables des 33 universités publiques du pays, la majorité d'entre elles sont placées sous la responsabilité du Ministère de l'éducation, de la jeunesse et des sports.

Figure 27.9 : **Stratégie de développement rectangulaire du Cambodge, 2013**



Source : Gouvernement royal du Cambodge (2013) *Stratégie rectangulaire pour la croissance, l'emploi, l'équité et l'efficacité : phase III.* Septembre, Phnom Penh.

de la tranche supérieure d'ici 2030, et de la *Politique de développement industriel 2015-2025* du pays. Ces deux documents étaient déjà été annoncés dans la *Stratégie de développement rectangulaire* de 2013, dont la particularité est d'avoir identifié des rôles spécifiques pour la science (figure 27.9). La *Politique de développement industriel 2014-2025*, lancée en mars 2015, complète d'autres stratégies connexes sur le moyen terme, telles que la *Stratégie nationale du Cambodge pour le développement durable*, rendue publique en 2009 avec le soutien du Programme des Nations Unies pour l'environnement et la Banque asiatique de développement, et le *Plan stratégique de lutte contre le changement climatique 2014-2023,* élaboré avec le soutien d'agences de développement internationales de plusieurs pays européens.

Nécessité de renforcer les ressources humaines

La *Stratégie de développement rectangulaire* définit quatre grands axes stratégiques : l'agriculture, les infrastructures physiques, le développement du secteur privé et le renforcement des capacités. À chaque axe correspondent quatre domaines d'action prioritaires (Gouvernement royal du Cambodge, 2013). La science et la technologie se voient assigner un rôle dans un ou plusieurs des domaines d'action prioritaires de chaque « rectangle » (figure 27.9). Bien que la science et la technologie fassent clairement office de stratégie transversale pour promouvoir l'innovation pour le développement, il sera important de coordonner les différentes activités prioritaires, de suivre leur mise en œuvre et d'en évaluer les résultats. Le principal défi sera de constituer un contingent de chercheurs et d'ingénieurs suffisamment large pour soutenir la réalisation des objectifs « rectangulaires ».

Il est probable que le Cambodge continuera de dépendre, pour un certain temps encore, de la collaboration internationale en matière de recherche et du soutien des ONG. Entre 2008 et 2013, 96 % des articles scientifiques cambodgiens ont été copubliés avec au moins un auteur étranger, une tendance qui peut expliquer le taux élevé de citation. Il est intéressant de noter que les auteurs cambodgiens comptent aussi bien des scientifiques asiatiques (Thaïlande et Japon) qu'occidentaux (États-Unis, Royaume-Uni et France) parmi leurs principaux collaborateurs (figure 27.8). L'un des enjeux en termes de politique stratégique sera de trouver le moyen d'aligner le soutien à la recherche fourni par les ONG sur les plans stratégiques de développement du pays.

La diffusion des capacités humaines au-delà du secteur universitaire constituera un autre défi que le Cambodge devra relever rapidement. Quoique mince, la base économique et scientifique du pays offre des opportunités de croissance liées à la production alimentaire. Toutefois, la dispersion des responsabilités en matière de science et de technologie entre 11 ministères différents pose des problèmes du point de vue de l'efficacité des politiques et de la gouvernance. Bien que dans les faits, on constate une collaboration croissante entre plusieurs des organismes clés dans le domaine de l'agriculture, comme l'Institut cambodgien pour la recherche agronomique et le développement de l'agriculture et l'Université royale d'agriculture, l'élargissement de ce type de collaboration à un éventail plus large d'organismes se heurte encore à des difficultés persistantes.

Pour y remédier, il conviendra notamment d'améliorer la capacité technologique des nombreuses PME actives dans les domaines de l'agriculture, des sciences de l'ingénieur et des sciences naturelles. Les grandes entreprises étrangères présentes au Cambodge, qui exportent la majorité des produits à valeur ajoutée, tendent à se spécialiser dans les machines électriques et les télécommunications. Le principal objectif de la politique de S&T sera donc de faciliter la diffusion des compétences et de la capacité d'innovation depuis ces grandes firmes vers les entreprises de taille plus modeste et vers d'autres secteurs (De la Pena et Taruno, 2012).

Il semble que la loi sur les brevets, les certificats de modèle d'utilité et les modèles industriels (2006) n'ait eu jusqu'à aujourd'hui aucune utilité pratique, sauf pour les grandes entreprises étrangères opérant au Cambodge. Fin 2012, 27 demandes de brevet avaient été déposées, toutes par des étrangers. Sur les 42 demandes de protection de modèle industriel déposées jusqu'en 2012, 40 l'avaient été par des étrangers. Toutefois, la loi a certainement encouragé les entreprises étrangères à apporter des améliorations technologiques à leurs systèmes de production implantés au Cambodge, ce qui ne peut qu'être bénéfique au pays.

INDONÉSIE



Une économie de marché émergente aux objectifs ambitieux

L'Indonésie, de loin le pays le plus peuplé d'Asie du Sud-Est, est désormais une économie à revenu intermédiaire affichant de solides taux de croissance. Le pays n'a toutefois pas encore développé un tissu industriel à forte intensité de technologie et se classe derrière d'autres économies comparables en termes de croissance de la productivité (OCDE, 2013). Depuis 2012, la croissance économique a ralenti (pour atteindre 5,1 % en 2014) et demeure nettement inférieure à la moyenne des pays d'Asie de l'Est. Le Président Joko Widodo, entré en fonction en octobre 2014, a hérité des objectifs de croissance ambitieux définis dans le *Plan directeur pour l'accélération et l'expansion du développement économique de l'Indonésie pour la période 2011-2025* : une croissance moyenne de 12,7 % entre 2010 et 2025 qui doit faire de l'Indonésie l'une des dix plus grandes économies du monde d'ici 2025.

Selon les prévisions de la Banque mondiale, la croissance économique devrait connaître une légère accélération sur la période 2015-2017. Pour l'heure, le volume des exportations de produits de haute technologie reste nettement inférieur à celui du Viet Nam et des Philippines. Il en est de même

pour l'accès à Internet. Bien que les dépenses consacrées à l'enseignement supérieur aient augmenté depuis 2007 et que l'Indonésie ne manque pas de diplômés de l'université, le nombre d'étudiants en science reste relativement faible.

Vers le développement de la recherche industrielle

L'essentiel de la capacité scientifique de l'Indonésie se concentre dans les organismes publics de recherche, qui employaient un chercheur sur quatre (27 %, en personnes physiques) en 2009, d'après l'Institut de statistique de l'UNESCO. Neuf organismes sont placés sous la tutelle du Ministère de la recherche et 18 autres relèvent des compétences d'autres ministères. La majorité des chercheurs (55 % en personnes physiques) sont employés par les 400 universités que compte le pays, dont quatre figurent dans les 1 000 premières universités du monde selon le classement Webometrics des universités mondiales. Les chercheurs indonésiens publient principalement dans les domaines des sciences de la vie (41 %) et des géosciences (16 %), d'après les données de la plateforme de recherche Web of Science (figure 27.8). Le taux de publication a augmenté depuis 2010 mais à un rythme moins soutenu que dans la région dans son ensemble. Près de neuf articles sur dix (86 %) sont publiés avec au moins un coauteur étranger.

En 2009, un tiers des chercheurs étaient employés par le secteur industriel, y compris par des entreprises publiques (figure 27.7). La Banque mondiale a accordé un prêt à l'Indonésie en 2013 pour « renforcer les liens » entre la recherche et les objectifs de développement en aidant les instituts de recherche à « définir leurs priorités stratégiques et à former leur personnel de manière adéquate » (Banque mondiale, 2014). Le principal défi sera de promouvoir le développement du secteur privé et d'encourager le personnel scientifique et technologique à le rejoindre.

Le gouvernement a mis en place des mécanismes incitatifs pour renforcer les liens entre les instituts de R&D, les universités et les entreprises, mais ils ciblent principalement l'offre du secteur public. La coordination des activités de recherche par différents acteurs est en partie assurée par le Conseil national de la recherche (*Dewan Riset Nasional*). Cet organisme, présidé par le Ministère de la recherche et de la technologie, rassemble des représentants de dix autres ministères et rend directement compte au président depuis 1999. Le Conseil national de la recherche ne dispose toutefois que d'un budget modeste, correspondant à moins de 1 % du budget de l'Institut indonésien des sciences (Oey-Gardiner et Sejahtera, 2011). Par ailleurs, tout en continuant à conseiller le Ministère de la recherche et de la technologie, il agit également comme consultant auprès des Conseils régionaux de la recherche (*Dewan Riset Daerah*) dont le rôle s'est accru dans le cadre du processus de décentralisation du pays.

L'effort d'innovation de l'Indonésie reste faible, et ce pour deux raisons : la contribution du secteur privé n'est que très modeste et le ratio DIRD/PIB est négligeable (seulement 0,08 % en 2009). En 2012, dans le cadre de la stratégie phare du *Plan directeur* à l'horizon 2025 qui a pour objectif de « renforcer les ressources humaines et le niveau scientifique et technologique du pays », le Ministère de la recherche et de la technologie a rendu public un plan visant à promouvoir l'innovation dans six corridors économiques. Malgré la volonté affichée par le gouvernement de transférer les capacités de S&T aux entreprises industrielles, ce plan est encore largement axé sur le secteur public. Il vise à décentraliser la politique d'innovation en définissant des priorités régionales, ces dernières restant néanmoins principalement axées sur les industries liées aux ressources naturelles :

- Sumatra : acier, transport de marchandises, huile de palme et charbon ;
- Java : produits alimentaires et boissons, textiles, équipements pour le transport, transport de marchandises, TIC et défense ;
- Kalimantan : acier, bauxite, huile de palme, charbon, pétrole, gaz et bois ;
- Sulawesi : nickel, agriculture (dont cacao) et produits alimentaires, pétrole, gaz et pêcheries ;
- Bali – Nussa Tengarra (Petites Îles de la Sonde) : tourisme, élevage et pêcheries ;
- Papua – Îles Moluques : nickel, cuivre, agriculture, pétrole, gaz et pêcheries.

Le surcroît d'activité économique escompté dans ces six corridors a déjà conduit à la diffusion d'une recommandation prônant l'investissement de plus de 300 millions de dollars des États-Unis dans le développement de nouvelles infrastructures et dans l'amélioration de la production d'électricité et du transport. Le gouvernement a engagé 10 % de cette somme, le reste a été fourni par des entreprises publiques, par le secteur privé et par des partenariats public-privé.

Depuis sa prise de fonction, le gouvernement du Président Joko Widodo a mis l'accent sur la réforme fiscale de manière à améliorer l'environnement des affaires. Il n'a pas modifié l'orientation générale des politiques de S&T et envisage donc toujours de transférer une partie de l'investissement public dans la R&D vers le secteur des entreprises. Des réglementations récentes visent à augmenter le niveau de la production de biens à valeur ajoutée dans des secteurs tels que celui de la téléphonie mobile. Le budget 2015 inclut une nouvelle initiative visant à promouvoir le développement des produits à valeur ajoutée et prenant la forme d'une proposition de création d'un organisme chargé de superviser le développement d'industries créatives (mode et design, par exemple). La structure globale mise en place à l'échelle nationale pour gérer la politique scientifique et les investissements du secteur public en faveur de la science reste globalement inchangée.

Une évaluation du Programme d'appui aux PME en Indonésie de l'Est (PENSA) est en cours. Lancé en 2003, PENSA a pour objectif global de développer les opportunités pour les PME dans cette région du pays. Plus récemment, l'accent a été mis sur l'amélioration de la capacité financière de ce type d'entreprise et sur la réforme de l'environnement des affaires. C'est pourquoi le programme PENSA II, lancé en 2008, a pris davantage la forme d'un programme quinquennal d'assistance technique visant à former le personnel des banques commerciales aux services de proximité et à améliorer l'environnement réglementaire et la gouvernance des entreprises implantées en Indonésie de l'Est. Le programme pour les technologies au service de l'incubation d'entreprises (BIT) destiné aux PME adopte une approche plus directe. Ainsi, en 2010, on comptait jusqu'à 20 incubateurs dans les universités publiques.

La nouvelle approche politique consistant à créer six corridors économiques et à aligner la politique de S&T sur les objectifs de développement s'inscrit dans une stratégie globale visant à rendre l'économie moins dépendante des ressources naturelles du pays. Une telle stratégie apparaît d'autant plus opportune que la tendance actuelle en matière de cours mondiaux des matières premières est à la baisse.

MYANMAR

Des infrastructures insuffisantes pour développer les marchés

Le Myanmar a entamé une transition vers l'économie de marché en 2011. Le pays dispose d'abondantes ressources naturelles, telles que le gaz naturel (39 % des exportations de matières premières), les pierres précieuses (14 %) et les légumes (12 %). Le développement du marché est toutefois freiné par le manque d'infrastructures : les télécommunications et l'accès à Internet sont encore un luxe et trois personnes sur quatre n'ont pas accès à l'électricité.

La part des articles scientifiques publiés entre 2008 et 2013 consacrés aux géosciences (11 %) reflète l'importance des combustibles fossiles dans l'économie nationale. Deux tiers de la faible production scientifique du Myanmar portait néanmoins sur la biologie et les sciences médicales (figure 27.8). Près de 94 % des articles ont été copubliés avec au moins un auteur étranger.

Des entreprises communes internationales prometteuses impliquant des partenaires publics et privés ont récemment vu le jour. Par exemple, la construction des infrastructures de la première zone économique spéciale aux normes internationales (Thilawa) a commencé en 2013 dans la banlieue de Rangoun. Cette entreprise commune, qui représente un investissement de plusieurs milliards de dollars, rassemble un consortium japonais (39 %), le gouvernement japonais (10 %), Sumitomo Corporation et des entreprises locales du Myanmar (41 %), ainsi que le gouvernement du Myanmar (10 %). Les entreprises qui envisagent d'implanter des usines dans cette zone travaillent principalement dans les secteurs suivants : secteur manufacturier, habillement, transformation alimentaire et produits électroniques. La zone économique spéciale de Thilawa devrait être opérationnelle sur le plan commercial d'ici fin 2015 et constituer un point névralgique pour la collaboration future entre les secteurs publics et privés dans le domaine de la S&T.

Un système éducatif historiquement robuste mais aujourd'hui sous pression

Le secteur de l'éducation du Myanmar est traditionnellement bien organisé et le pays affiche des taux d'alphabétisation relativement élevés. Ces dernières années, l'éducation semble toutefois avoir pâti d'un financement insuffisant et d'opportunités de collaboration internationale limitées en raison des sanctions. Les dépenses globales d'éducation en pourcentage du PIB ont chuté de près de 30 % et les crédits alloués à l'enseignement supérieur ont été divisés par deux entre 2001 et 2011.

Le Myanmar ne compte pas moins de 161 universités, gérées par 12 ministères différents, mais les chercheurs déplorent le manque d'accès au financement de la recherche (Ives, 2012). Le Myanmar affiche toutefois la plus forte proportion d'étudiants suivant un cursus scientifique à l'université (près de 23 %) ainsi que la proportion la plus élevée d'étudiantes en science : en 2011, 87 % des doctorants étaient des femmes, y compris dans les disciplines scientifiques.

Une rationalisation nécessaire de la structure institutionnelle de la science

Le Ministère de la science et de la technologie a été créé en 1996, mais seul un tiers des universités est placé sous sa responsabilité. Le Ministère de l'éducation gère 64 établissements universitaires et le Ministère de la santé 15. Quant aux 21 établissements restants, ils sont placés sous la tutelle de neuf autres ministères. En l'absence d'un organisme unique chargé de collecter les données sur la R&D, il est très difficile d'avoir une image exhaustive des capacités nationales dans le domaine des S&T. Le Ministère de la science et de la technologie possède sa propre base de données mais le ratio DIRD/PIB de 1,5 % qu'il avance apparaît pour le moins peu réaliste (De la Pena et Taruno, 2012).

Le Myanmar devra résoudre un certain nombre de problèmes, et notamment faire en sorte de maintenir à son niveau actuel le financement des structures institutionnelles qui sont en place depuis un certain temps. Il devra également réduire le nombre de ministères en charge du financement et de la gestion de la politique scientifique publique. À l'heure actuelle, le Myanmar ne semble toujours pas disposer d'une structure de coordination à même de mettre l'investissement dans le domaine de la science au service de la réalisation des objectifs socioéconomiques.

NOUVELLE-ZÉLANDE



Une économie de plus en plus tournée vers la région Asie-Pacifique

L'économie de la Nouvelle-Zélande repose en grande partie sur le commerce international, en particulier avec l'Australie, la Chine, les États-Unis et le Japon. Les produits alimentaires et les boissons, dont certains à forte concentration de savoirs, représentent une part importante des exportations (38 % en 2013). Historiquement, le principal importateur de produits laitiers néo-zélandais était le Royaume-Uni, mais l'adhésion de ce dernier à la Communauté économique européenne en 1973 (et sa participation à la politique agricole commune) a fermé les portes du marché européen aux produits extracommunautaires. La Nouvelle-Zélande a été contrainte de réorienter ses flux d'exportations des marchés de l'hémisphère Nord vers la région Asie-Pacifique. Cette dernière absorbait 62 % des exportations du pays en 2013.

La Nouvelle-Zélande est l'une des rares économies agricoles parmi les pays de l'OCDE. Le pays a aussi un ratio DIRD/PIB plus faible que beaucoup d'autres membres de l'OCDE : 1,27 % en 2011. Les dépenses de R&D du secteur des entreprises ont légèrement augmenté entre 2009 et 2011, passant de 0,53 % à 0,58 % du PIB, et représentent aujourd'hui un peu moins de la moitié des dépenses de R&D du pays.

En dépit d'une intensité de R&D relativement faible, les scientifiques néo-zélandais sont très productifs. En 2014, ils ont publié 7 375 articles, soit une augmentation de 80 % par rapport à 2002, et leur taux de citation est élevé. La Nouvelle-Zélande se classe au sixième rang mondial et au premier rang régional pour ce qui est du nombre d'articles scientifiques rapporté au PIB.

L'ouverture à l'international a eu un impact notable sur le système d'innovation de la Nouvelle-Zélande. D'après l'enquête sur les opérations commerciales réalisée par Statistics New Zealand en 2013, près des deux tiers des entreprises néo-zélandaises internationalisées entreprennent au moins un type d'activité innovante (innovation de produits ou de services, ou innovation dans les méthodes de commercialisation), alors que ce n'est le cas que d'un tiers des entreprises non internationalisées. Ces six dernières années, la Nouvelle-Zélande a également intensifié ses efforts en matière de diplomatie scientifique (encadré 27.1).

Axer les priorités de recherche sur les défis sociétaux

Les huit universités que compte le pays jouent un rôle fondamental dans le système scientifique. Elles représentent 32 % des DIRD (soit 0,4 % du PIB) et emploient plus de la moitié (57 % en équivalent temps plein) des chercheurs du pays (2011). En 2010, le gouvernement a renforcé son rôle dans le système d'innovation national en créant un Ministère de la science et de l'innovation chargé de l'élaboration des politiques. En 2012, ce ministère a fusionné avec trois autres organismes, le Ministère du développement économique, le Département du travail et le Département de la construction et du logement, pour donner le jour au Ministère du commerce, de l'innovation et de l'emploi.

En 2010, le gouvernement a mis en place un groupe de travail pour réformer les Instituts de recherche de la couronne (CRI), afin de garantir que ces « [organismes] soient à même de mettre en œuvre le plus efficacement possible les priorités nationales et de répondre aux besoins des usagers de la recherche, en particulier l'industrie et les entreprises » (CRI, 2010). Les Instituts de recherche de la couronne conduisent l'essentiel de la recherche scientifique en Nouvelle-Zélande. Créés en 1992, ces entreprises publiques fournissent des services de base qui leur permettent de générer des recettes de fonctionnement. Les recommandations du groupe de travail ont inspiré la réforme des CRI de 2011 : ils ont désormais pour mission de favoriser la croissance (et ne poursuivent plus un but uniquement lucratif) et leurs priorités ont été reformulées pour mieux répondre aux besoins du pays. Les CRI sont donc chargés d'identifier les besoins en infrastructures et d'élaborer des politiques afin de soutenir plus efficacement l'innovation, notamment au travers du renforcement des compétences, de mécanismes pour inciter les entreprises à investir dans la R&D, de relations internationales plus fortes et de la conception de stratégies visant à augmenter l'impact de la recherche publique.

Les CRI accordent depuis toujours la priorité aux thématiques suivantes : services de production manufacturière à forte valeur ajoutée, industries dans le domaine de la biologie, énergie et ressources minérales, risques de catastrophe et infrastructures, environnement, santé et la société. En 2013, le gouvernement a annoncé une série de « défis scientifiques nationaux » afin d'identifier les priorités nationales en matière d'investissement dans la recherche et d'élaborer une approche plus stratégique de la mise en œuvre des objectifs connexes. En 2010, le premier défi scientifique national a identifié les dix domaines prioritaires de recherche suivants (Ministère du commerce, de l'innovation et de l'emploi de Nouvelle-Zélande, 2013) :

- Le bien-vieillir ;
- Un meilleur départ dans la vie – améliorer les possibilités pour les jeunes Néo-Zélandais de mener une vie saine et prospère ;
- Une meilleure santé ;
- Une alimentation à haute valeur nutritionnelle ;
- Le patrimoine biologique de la Nouvelle-Zélande : biodiversité, biosécurité, etc. ;
- Notre terre et nos ressources en eau – améliorer la production et la productivité du secteur primaire tout en maintenant et en améliorant la qualité des terres et de l'eau pour les générations futures ;

- La vie dans un océan en mutation – comprendre comment exploiter nos ressources marines tout en respectant les contraintes environnementales et biologiques ;
- Le Grand Sud – comprendre le rôle de l'Antarctique et de l'Océan austral dans le climat et l'environnement de demain ;
- La science au service de l'innovation technologique ;
- La résilience face aux défis de la nature – améliorer notre résilience face aux catastrophes naturelles.

Les défis scientifiques nationaux, qui mettent l'accent sur la collaboration, ont radicalement modifié le paysage de recherche de la Nouvelle-Zélande. Chaque domaine prioritaire de recherche comprend un vaste portefeuille d'activités de recherche pluridisciplinaires reposant sur une collaboration poussée entre les chercheurs et les utilisateurs finaux ciblés, ainsi que sur des liens avec la recherche au plan international.

Au titre du budget 2013, 73,5 millions de dollars NZ (environ 57 millions de dollars des États-Unis) ont été alloués aux défis scientifiques nationaux sur une période de quatre ans. Ce crédit budgétaire s'ajoute aux 60 millions de dollars NZ déjà alloués au titre du budget 2012 et sera suivi par une allocation supplémentaire de 30,5 millions de dollars NZ par an les années suivantes. Le budget 2014 a élargi le programme des centres d'excellence de la recherche et augmenté le budget alloué au financement de la science par voie de concours, afin de compenser la réorientation des fonds vers les défis

Encadré 27.1 : **Nouvelle-Zélande : s'affirmer grâce à la diplomatie scientifique**

La diplomatie scientifique est souvent considérée comme le domaine réservé des grandes puissances et associée à des projets scientifiques de très grande envergure comme la Station spatiale internationale. Au-delà de ces projets à forte visibilité, toutefois, la science joue un rôle plus discret et plus prosaïque dans le fonctionnement du système international.

Depuis 2009, sous la direction de Sir Peter Gluckman – principal conseiller scientifique du Premier Ministre – la Nouvelle-Zélande développe discrètement plusieurs réseaux mêlant science et diplomatie afin de défendre les intérêts et la présence des petites puissances sur le plan international. À l'heure où la gouvernance économique internationale semble être de plus en plus l'apanage de groupements de pays très peuplés comme le G8 ou le G20, la Nouvelle-Zélande joue un rôle d'« éclaireur » pour les grandes puissances, explique le Professeur Gluckman, c'est-à-dire qu'elle les sensibilise aux particularités des petits États qui n'ont pas toujours été reflétées dans l'ordre international réglementé traditionnel.

La science au service de la diplomatie

La Nouvelle-Zélande a formé une « coalition informelle des volontaires » avec d'autres pays développés dont la population est inférieure à 10 millions d'habitants. Il s'agit d'un petit groupe puisque le Fonds monétaire international n'y range que trois pays en dehors de l'Europe : Israël, la Nouvelle-Zélande et Singapour. Si l'on rajoute les États européens qui en font partie (Danemark, Finlande et Irlande), cette coalition compte six membres.

La Nouvelle-Zélande héberge et finance le secrétariat de cette communauté, appelée Initiative des petites économies avancées. Ses membres partagent des données, des analyses, des réflexions et des projets dans trois domaines : la science publique et l'enseignement supérieur, l'innovation et l'économie. Un quatrième domaine de coopération concerne des « discussions » entre les membres sur les moyens de renforcer l'image de marque nationale des petits États et de leur donner plus de poids dans les grands échanges diplomatiques.

La diplomatie au service de la science

Le large cheptel de la Nouvelle-Zélande en fait le premier émetteur mondial de méthane par habitant. À ce titre, le pays est particulièrement désireux de promouvoir le dialogue scientifique international sur des thèmes ayant trait à la fois à la sécurité alimentaire et aux émissions de gaz à effet de serre imputables à l'agriculture (à l'origine d'environ 20 % des émissions mondiales).

Lors du sommet pour le climat de Copenhague (Danemark) en 2009, la Nouvelle-Zélande a proposé de créer une Alliance mondiale de recherche sur les gaz à effet de serre d'origine agricole. L'une des motivations derrière cette proposition était également « l'inquiétude existentielle concernant l'hostilité à venir des marchés vis-à-vis [des produits agricoles de la Nouvelle-Zélande] ». L'alliance, qui compte actuellement 45 membres, a pour particularité d'être dirigée par des scientifiques, et non par des fonctionnaires, pour tenir compte du fait que les pays préfèrent dépenser leurs fonds de recherche sur leur territoire. **Pour reprendre les mots du Professeur Gluckman, « dans ce cas précis,** les intérêts diplomatiques de la Nouvelle-Zélande exigeaient de mobiliser la science, mais pour cela, il fallait que les diplomates **laissent ensuite la place aux scientifiques ».**

La science au service de l'aide au développement

Dans le cadre de sa politique d'aide au développement, la Nouvelle-Zélande s'attache tout particulièrement à prendre en compte les intérêts des petits pays, en ciblant des problèmes (comme l'énergie, la sécurité alimentaire ou les maladies non transmissibles) pour lesquels la petite taille de ces pays constitue un handicap particulier. Par exemple, les projets d'aide prioritaires mis en œuvre par la Nouvelle-Zélande en Afrique (système de clôture électrique à alimentation solaire, bétail résistant à la chaleur et variétés de plantes fourragères améliorées) reposent tous sur la science et son application locale.

« J'ai essayé de montrer comment un petit pays pouvait miser sur la science dans la sphère diplomatique pour protéger et promouvoir ses intérêts », explique le professeur Gluckman. Cette approche semble avoir porté ses fruits. La Nouvelle-Zélande s'est assuré un soutien suffisant pour obtenir un siège de membre non permanent au Conseil de sécurité des Nations Unies pour la période 2015-2016.

Source : Adapté d'une conférence donnée par le professeur Gluckman en juin 2015, dans le cadre d'un cours d'été sur la diplomatie scientifique à l'Académie mondiale des sciences.

L'article complet est disponible à l'adresse www.pmcsa.org.nz/wp-content/uploads/Speech_Science-Diplomacy_Trieste-June-2015-final.pdf.

scientifiques nationaux. Les questions liées à la santé et à l'environnement devraient bénéficier d'un budget en hausse en 2015.

Bien que l'approche adoptée par le gouvernement en matière de politique scientifique dans le budget 2014 ait été généralement bien accueillie, l'absence manifeste d'une stratégie nationale cohérente pour la science suscite une inquiétude grandissante. Des voix s'élèvent notamment pour réclamer un système efficace de crédits d'impôt recherche.

Comment exploiter au maximum l'image de marque d'un pays propre et vert ?

Traditionnellement, l'investissement public dans la science penche nettement en faveur du secteur primaire, et notamment de l'agriculture – principale priorité sectorielle – qui reçoit 20 % des investissements totaux. La majorité des publications scientifiques concernent donc logiquement les sciences de la vie (48 % du total en 2014) et les sciences de l'environnement (14 %). À l'avenir, la Nouvelle-Zélande devra diversifier sa capacité scientifique pour la faire coïncider avec les domaines prioritaires identifiés pour la croissance de demain, tels que les TIC, le secteur manufacturier à forte valeur ajoutée et les produits primaires transformés, ainsi que l'innovation environnementale.

Compte tenu de l'importance du commerce des produits agricoles pour la Nouvelle-Zélande, la croissance « verte » représente une opportunité de taille pour le pays. Le gouvernement a demandé au Groupe consultatif sur la croissance verte de lui fournir des conseils stratégiques sur trois questions cruciales : comment tirer le meilleur profit d'une image de marque d'un pays vert et propre ; comment utiliser de manière plus efficace la technologie et l'innovation ; et comment favoriser une économie moins émettrice de CO_2. Dans son rapport de 2012 intitulé *La croissance verte : une aubaine pour la Nouvelle-Zélande*, le Fonds néo-zélandais de recherche sur la croissance verte a identifié pas moins de 21 opportunités de croissance verte dans des secteurs pouvant améliorer l'avantage concurrentiel de la Nouvelle-Zélande en la matière, dont notamment les biotechnologies et les produits et services agricoles durables, l'énergie géothermique, la sylviculture et l'utilisation rationnelle des ressources en eau.

PHILIPPINES



Volonté de réduire les risques de catastrophe

En dépit d'une série de catastrophes naturelles ces dernières années, le PIB des Philippines a poursuivi sa croissance modérée (figure 27.2). Celle-ci a eu pour principal moteur la consommation, elle-même alimentée par les fonds envoyés par les expatriés philippins et par les services informatiques, et a permis au pays de ne pas trop souffrir de la faiblesse persistante de l'économie mondiale (Banque mondiale, 2014). La croissance économique plus élevée n'a toutefois pas permis de réduire de manière notable la pauvreté, qui touche encore un quart de la population.

Les Philippines sont l'un des pays du monde les plus vulnérables aux catastrophes naturelles. Chaque année, entre six et neuf cyclones tropicaux frappent le pays, auxquels s'ajoutent d'autres phénomènes climatiques extrêmes (inondations, glissements de terrain, etc.). En 2013, le cyclone Haiyan (appelé Yolanda dans la région), probablement l'un des cyclones tropicaux les plus violents ayant jamais touché la planète, a durement frappé les Philippines, avec des vents atteignant 380 km/h.

Pour atténuer le risque de catastrophe, les Philippines ont investi massivement dans des infrastructures critiques et des outils de mesure de la vitesse, tels que les radars Doppler, et produit des modèles de simulation de catastrophe en 3D grâce à la technologie LiDAR (détection et localisation par la lumière) et à l'installation à grande échelle de capteurs fabriqués localement, afin de disposer à tout moment d'informations précises concernant l'ensemble du territoire. Parallèlement, le pays a renforcé les capacités locales afin de mettre en œuvre, de dupliquer et de produire un grand nombre de ces technologies.

La promotion de l'indépendance technologique au service de la réduction des risques de catastrophe s'inscrit également dans l'approche adoptée par le gouvernement pour atteindre une croissance durable et inclusive. La version révisée du *Plan de développement des Philippines pour la période 2011-2016* contient plusieurs stratégies visant à utiliser la S&T et l'innovation pour doper la productivité et la compétitivité dans les domaines de l'agriculture et des petites entreprises, en particulier dans les secteurs et les zones géographiques où se concentrent les populations pauvres, vulnérables et marginalisées.

Vers l'indépendance technologique du pays

Le Ministère de la science et de la technologie est le principal organisme public pour la S&T. L'élaboration des politiques est coordonnée par différents conseils sectoriels. Le *Plan national 2002-2020 pour la science et la technologie (*NSTP*)* en vigueur se fixe pour objectif stratégique numéro un l'indépendance technologique du pays. Cet objectif est repris par le *Programme harmonisé 2002-2020 pour la science et la technologie,* qui adopte une approche de la résolution des problèmes en lien avec la croissance inclusive et la réduction des risques de catastrophe. Ce programme a été présenté au Président en août 2014. Bien que le NSTP joue un rôle déterminant dans l'orientation de la S&T, le *Programme harmonisé* s'attache à fournir davantage de détails sur les moyens à mettre en œuvre pour devenir indépendant sur le plan technologique et maintenir la science et la technologie au-delà du mandat du Président Aquino.

Le *Programme harmonisé* cible le développement de certaines technologies essentielles telles que la télédétection, les installations de traitement, d'essai et de métrologie LiDAR, la modélisation météorologique et climatique de pointe, la fabrication de pointe et le calcul haute performance. Cinq centres d'excellence (biotechnologies, nanotechnologies, génomique, semi-conducteurs et conception électronique[5]) seront créés ou modernisés d'ici 2020.

Ces cinq centres d'excellence sont tous financés par l'État :

- Le Centre pour l'application des nanotechnologies dans les secteurs de l'agriculture, de la sylviculture et de l'industrie (créé en 2014) est implanté sur le campus de l'Université des Philippines Los Baños ;
- L'Usine pilote de biotechnologies (créée en 2012 et modernisée depuis) est également implantée sur le campus de l'Université des Philippines Los Baños;
- Le Centre philippin de génomique (créé en 2009) se trouve au sein de l'Université des Philippines Diliman ; il gère deux installations consacrées au séquençage de l'ADN et à la bio-informatique ;
- Le Laboratoire d'essai des matériaux et appareils de pointe est situé au sein des locaux du Ministère de la science et de la technologie à Bicutan, Taguig City ; opérationnel depuis 2013, il abrite trois laboratoires dédiés à l'analyse de surface ainsi qu'à l'analyse thermique, chimique et métallurgique ;
- Le Centre de développement des produits électroniques sera également implanté au sein des locaux du Ministère de la science et de la technologie à Bicutan, Taguig City ; il sera doté d'installations de pointe pour la conception, le prototypage et la mise à l'essai de circuits imprimés.

La loi sur les transferts de technologies (2010) devrait donner un nouvel élan à l'innovation en fournissant un cadre et un mécanisme de soutien relatifs aux droits, à la gestion, à l'utilisation et à la commercialisation de la propriété intellectuelle issue de la R&D financée par l'État. Afin de mieux répondre aux besoins en capital humain, la loi de 2013 sur le traitement accéléré des bourses scientifiques et technologiques étend la couverture des programmes de bourses existants et renforce l'enseignement des sciences et des mathématiques dans les écoles secondaires. La loi de 2013 sur le système national philippin de recherche dans le domaine de la santé a, quant à elle, abouti à la création d'un réseau de consortiums de recherche nationaux et régionaux visant à renforcer les capacités du pays dans ce domaine.

Une nécessaire intensification des efforts de R&D

Les Philippines sont devancées par d'autres États membres de l'ANASE plus dynamiques en matière d'investissements dans l'éducation et la recherche. Le pays a consacré 0,3 % de son PIB à l'enseignement supérieur en 2009, soit l'un des ratios les plus faibles parmi les pays de l'ANASE (figure 27.5). Après avoir stagné au cours des premières années du XXIe siècle, le nombre d'étudiants dans l'enseignement supérieur a connu une forte progression, passant de 2,6 millions en 2009 à 3,2 millions en 2013. L'augmentation du contingent de doctorants philippins a été encore plus spectaculaire, puisque leur nombre a doublé au cours de la même période (passant de 1 622 à 3 305) selon l'Institut de statistique de l'UNESCO.

5. Les produits électroniques sont à l'origine de 40 % des recettes d'exportation en avril 2013, selon Semiconductor and Electronics Industry in the Philippines, Inc., qui rassemble 250 entreprises philippines et étrangères, dont Intel.

Encadré 27.2 : Du « riz sous-marin » pour les Philippines

Les Philippines sont l'un des pays les plus vulnérables aux conséquences du changement climatique et des phénomènes météorologiques extrêmes. En 2006, les dommages causés par les cyclones et les inondations ont coûté plus de 65 millions de dollars des États-Unis au secteur de la riziculture.

Les chercheurs de l'Institut international de recherche sur le riz (IRRI) aux Philippines et de l'Université de Californie aux États-Unis ont développé des variétés de riz résistantes aux inondations. Appelées « riz sous-marin », elles peuvent survivre sous l'eau pendant une période allant jusqu'à deux semaines. Grâce à un rétrocroisement réalisé à l'aide de marqueurs, les chercheurs ont transféré le gène tolérant à l'immersion Sub1 à des variétés locales de riz recherchées. Des variétés locales de riz désormais résistantes à l'immersion ont été officiellement mises sur le marché en Asie, et notamment aux Philippines en 2009 et en 2010.

Le Conseil national des Philippines sur l'industrie des semences a approuvé en 2009 la mise sur le marché du « riz sous-marin » (appelé localement « riz Submarino »), qui est distribué par l'Institut philippin de recherche sur le riz (PhilRice).

Sa distribution dans les zones du pays vulnérables aux inondations est désormais effectuée par le Ministère de l'agriculture, en partenariat avec l'IRRI et PhilRice. Des observations réalisées dans plusieurs fermes pilotes des Philippines ont montré que cette variété survit aux inondations tout en conservant des rendements satisfaisants. La quantité d'engrais nécessaire est également moindre puisque le limon déposé dans les rizières par les inondations est riche en nutriments.

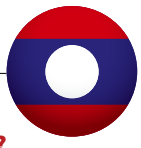
Ce point est contesté par les détracteurs du riz Submarino. Selon ces derniers, cette variété de riz exige « un apport élevé d'engrais chimiques et de pesticides » et n'est donc pas « à la portée de la majorité des riziculteurs pauvres ». Ils lui préfèrent donc d'autres méthodes de culture telles que le système de riziculture intensive (voir encadré 22.2).

Source : Renz (2014) ; Asia Rice Foundation (2011) ; IRRI–DFID (2010) .

En revanche, le nombre de chercheurs (en équivalent temps plein) par million d'habitants (seulement 78 en 2007) et le niveau de l'investissement national dans la R&D (0,11 % du PIB en 2007) restent très faibles. Il sera probablement difficile de mettre la recherche scientifique au service de l'innovation et du développement futurs, à moins que les investissements ne soient revus à la hausse. Il conviendra notamment de s'appuyer sur les investissements directs étrangers (IDE) dans des secteurs comme celui des produits électroniques, afin de se positionner plus en aval de la chaîne de valeur mondiale en produisant des biens à plus forte valeur ajoutée.

La politique actuelle du gouvernement consistant à orienter la STI vers la résolution des problèmes nationaux les plus urgents est louable. Une telle approche renforce également la logique économique justifiant l'intervention de l'État dans le système scientifique pour corriger les défaillances des marchés et faire fonctionner ces derniers dans un cadre assurant la bonne gouvernance. L'une des principales difficultés sera de mettre en place une infrastructure suffisamment solide pour maintenir les efforts consentis actuellement en vue de résoudre les problèmes les plus pressants. Pour cela, l'idée a été avancée que le gouvernement devrait bâtir et financer une série d'infrastructures de S&T destinées à des technologies essentielles. L'Institut international de recherche sur le riz, situé dans la ville de Los Baños (encadré 27.2, à la page précédente) fournit une excellente illustration des avantages d'un soutien continu à la recherche.

RÉPUBLIQUE DÉMOCRATIQUE POPULAIRE LAO



La croissance accélérée basée sur les ressources naturelles peut-elle être durable ?

La République démocratique populaire lao (RDP lao) est l'un des pays les plus pauvres d'Asie du Sud-Est. Elle connaît toutefois une période de croissance économique rapide grâce à ses ressources naturelles abondantes (sylviculture, hydroélectricité, minéraux), à son emplacement stratégique au cœur d'une région elle-même en croissance rapide, et à des politiques mettant à profit ces avantages. En 2013, les efforts de la RDP lao pour libéraliser son économie ont été récompensés par l'admission du pays dans l'Organisation mondiale du commerce, qui devrait lui permettre de s'intégrer rapidement à l'économie mondiale. Grâce à un taux de croissance annuel de près de 7,5 % en moyenne depuis 15 ans, le taux de pauvreté a diminué de 23 % au cours des vingt dernières années. Il n'est pas certain cependant que cette croissance basée sur les ressources puisse être durable (Pearse-Smith, 2012).

Il n'existe pas de données récentes sur les dépenses et le personnel de R&D de la RDP lao mais le nombre de publications scientifiques a augmenté de 18 % par an entre 2005 et 2014, même s'il est vrai que le pays partait de loin (figure 27.8). La majeure partie des articles en question ont été copubliés avec des auteurs étrangers, principalement thaïlandais. Comme c'est le cas pour d'autres pays fortement dépendants de l'aide internationale et de la collaboration scientifique internationale, le risque n'est pas exclu d'un antagonisme entre les priorités locales de développement et certains intérêts internationaux plus vastes. Pour l'heure, la RDP lao possède la plus faible proportion de chercheurs de tous les États membres de l'ANASE. L'intégration économique programmée à partir de 2015 au sein de cette organisation régionale devrait offrir au pays davantage d'opportunités de coopération scientifique régionale. Plus que la pénurie de personnel hautement qualifié à proprement parler, le défi pour la RDP lao sera de réussir à augmenter le niveau de qualification tout en créant des opportunités d'emploi locales permettant d'absorber l'arrivée de travailleurs qualifiés sur le marché du travail.

Les prémices d'un cadre stratégique pour la S&T

Pour pallier la taille modeste de son économie et ses capacités limitées en science et en ingénierie, la RDP lao cherche résolument à tirer profit des points forts de la région et à encourager la collaboration entre les scientifiques laotiens. Un Ministère de la science et de la technologie a été créé en 2011. Parallèlement, des représentants des différents ministères concernés siègent au Conseil national de la science, un organisme créé en 2002 et doté d'un rôle consultatif en matière de politique de S&T. En 2014, une manifestation a été organisée pour améliorer le dialogue entre les scientifiques et les décideurs de différents secteurs de l'économie.

Les stratégies de développement durable de la RDP lao visent à résoudre la plupart des difficultés auxquelles est confronté le pays. Actuellement, l'hydroélectricité et l'exploitation minière représentent une part importante de la production économique du pays. À l'avenir, la RDP lao devra s'efforcer de trouver un équilibre entre le coût environnemental de ces activités et les bénéfices que le pays peut en retirer.

SINGAPOUR



D'une économie émergente à une économie du savoir

Singapour est un petit pays dépourvu de ressources naturelles. En l'espace de quelques décennies, il est devenu de loin le pays le plus riche d'Asie du Sud-Est et d'Océanie. Son PIB par habitant, 78 763 dollars PPA en 2013, est deux fois plus élevé que celui de la Nouvelle-Zélande, de la République de Corée ou du Japon.

L'économie a connu une brève récession en 2009 (croissance négative de -0,6 %), la crise financière mondiale ayant entraîné une baisse des exportations et du tourisme et obligeant le gouvernement à baisser l'impôt sur les sociétés et à puiser dans ses réserves pour protéger les entreprises et sauver des emplois. Depuis, l'économie a redémarré mais son taux de croissance est quelque peu irrégulier : 15 % en 2010, mais seulement 4 % par an depuis 2012.

Parmi les pays étudiés dans ce chapitre, seule l'Australie devance (d'une courte tête seulement) Singapour en termes d'intensité de R&D. Et pourtant, il semble que l'effort de ce dernier dans ce domaine ait subi de plein fouet l'impact de la crise financière mondiale. En 2006, alors que les DIRD représentaient 2,13 % du PIB, le gouvernement s'était fixé comme objectif de porter ce ratio à 3 % à l'horizon 2010. Il s'en est approché en 2008 (2,62 %) mais le ratio DIRD/PIB est retombé à 2,02 % en 2012. Cet échec semble être en grande partie imputable à la diminution des dépenses de R&D des entreprises (DIRDE) depuis 2008 (figure 27.10). Singapour demeure toutefois un pôle international pour la R&D dans la région Asie-Pacifique. En outre, le pays prévoit de porter les DIRD à 3,5 % du PIB d'ici 2015.

Les publications scientifiques semblent avoir moins souffert de la récession même si leur nombre a augmenté à un rythme moins soutenu depuis 2005 que dans d'autres pays d'Asie du Sud-Est (figure 27.8). Avec une production scientifique qui fait la part belle à la recherche en ingénierie (17 %) et à la physique (11 %), Singapour se distingue du reste de la région, où les sciences de la vie et les géosciences occupent une place prépondérante. Le pays est également bien au-dessus de la moyenne mondiale en ce qui concerne la proportion d'articles consacrés à la recherche en ingénierie (13 %) et à la physique (11 %).

Depuis 2010, les principales universités de Singapour ont acquis une réputation internationale. En 2011, l'Université nationale de Singapour et l'Université Nanyang occupaient respectivement le 40e et le 169e rang dans le classement Times Higher Education des universités du monde. En 2014, ces deux établissements avaient grimpé au 26e et au 76e rang respectivement.

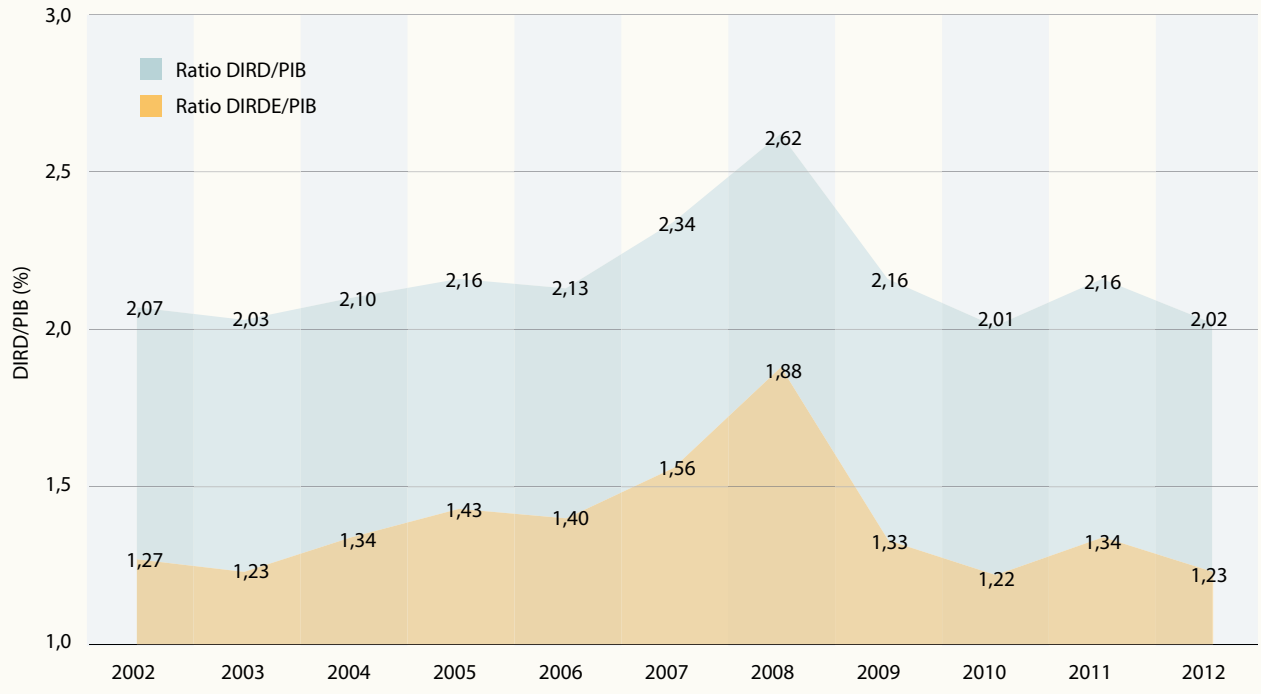
La baisse des effectifs de techniciens ramenés au personnel scientifique total est un sujet de préoccupation (tableau 27.1). Alors que la proportion de techniciens a augmenté en Thaïlande et en Malaisie, elle a diminué de 8 % à Singapour entre 2007 et 2012. Avec l'entrée en vigueur de la Communauté économique de l'ANASE fin 2015, Singapour pourrait profiter de la mobilité accrue du personnel qualifié pour inverser cette tendance.

Renforcer l'innovation nationale pour compléter les IDE

Le développement économique de Singapour dépend étroitement des flux d'investissements directs étrangers (IDE) : les entrées d'IDE représentaient 280 % du PIB en 2013, selon les données de la CNUCED. Ces chiffres montrent comment Singapour est parvenu, depuis une vingtaine d'années, à inciter les multinationales à investir dans la haute technologie et dans les secteurs à forte concentration de savoirs.

Au cours de cette période, Singapour a privilégié le système de pôles afin de développer son écosystème de recherche dans lequel cohabitent aujourd'hui des multinationales étrangères et des entreprises locales. Son succès repose en grande partie sur la mise en œuvre concomitante de politiques visant à tirer profit de la forte présence internationale afin de soutenir le développement national, d'une part, et de politiques destinées à promouvoir l'innovation locale, d'autre part. Au cours de

Figure 27.10 : **Tendances en matière de DIRD à Singapour, 2002-2012**



Source : Institut de statistique de l'UNESCO, juin 2015.

Encadré 27.3 : **Des modes innovants de financement de l'innovation à Singapour**

La Fondation nationale pour la recherche apporte un soutien financier aux entreprises par le biais de plusieurs dispositifs, destinés à les encourager à entreprendre des activités d'innovation collaborative :

L'incubateur pour les entreprises et les start-up innovantes (IDEAS)
Lancé conjointement par la Fondation nationale pour la recherche et Innosight Ventures Pte Ltd, une entreprise de capital-risque basée à Singapour, IDEAS a été conçu comme le prolongement du dispositif d'incubation technologique, mis en place en 2009. IDEAS permet d'identifier des start-up présentant un potentiel d'innovation de rupture et de leur fournir des conseils lors des phases initiales de leur activité. Elles bénéficient d'un investissement pouvant aller jusqu'à 600 000 dollars de Singapour, dont 85 % provient de la Fondation nationale pour la recherche et 15 % de l'incubateur. Un comité d'évaluation évalue les start-up. En 2013, le gouvernement a annoncé qu'il fournirait une enveloppe allant jusqu'à 50 millions de dollars de Singapour, afin de stimuler l'écosystème d'investissement en faveur du démarrage des start-up.

Bons d'innovation et de développement des capacités
Introduits en 2009, ces bons sont destinés à faciliter le transfert de savoir-faire depuis les établissements d'enseignement et de recherche vers les PME. Le dispositif permet aux PME d'accéder à des subventions allant jusqu'à 5 000 dollars de Singapour pour bénéficier de services de R&D - ou autres - auprès d'universités ou d'instituts de recherche.

Le dispositif a été élargi en 2012 pour permettre aux bons d'être utilisés également dans les ressources humaines ou la gestion financière. L'objectif de cette politique est que les projets ou services achetés à des organismes de recherche débouchent sur des mises à niveau technologiques et sur de nouveaux produits ou procédés, avec à la clé une amélioration des connaissances et des compétences.

Fonds de capital-risque de démarrage
Au travers de ce fonds, la Fondation nationale pour la recherche injecte 10 millions de dollars de Singapour sur une base de 1:1 dans des fonds de capital-risque de démarrage qui investissent à leur tour dans des start-up basées à Singapour.

Bourses Proof of Concept
Ce dispositif, géré par la Fondation nationale pour la recherche, fournit aux chercheurs des universités et des écoles polytechniques des bourses allant jusqu'à 250 000 dollars de Singapour pour financer la preuve de concept de projets technologiques. Le gouvernement finance un dispositif parallèle pour les entreprises privées (Spring Singapore).

Dispositif d'incubation technologique
La Fondation nationale pour la recherche cofinance jusqu'à 85 % des investissements (avec un plafond à 500 000 dollars de Singapour) d'incubateurs de start-up locales, qui leur fournissent des locaux, un accompagnement et des conseils.

Incitations pour les entreprises étrangères
Ce dispositif de co-investissement a été conçu pour attirer des entreprises financées par le capital-risque qui possèdent un fort potentiel de croissance dans le domaine de la haute technologie. Il cible les TIC, les technologies médicales et les technologies propres, et vise à encourager des entreprises à venir s'installer à Singapour. La Fondation nationale pour la recherche investit jusqu'à 3 millions de dollars US en fonds de contrepartie dans les entreprises admissibles.

Programme de pôles d'innovation
Ce dispositif finance le renforcement de partenariats entre les entreprises, les chercheurs et le gouvernement dans des domaines technologiques très prometteurs. En 2013, quatre plans visant à développer des pôles d'innovation ont été financés au titre de ce programme dans les domaines suivants : diagnostics ; technologies de la reconnaissance et de la synthèse vocales ; membranes ; et fabrication additive. Les subventions ont ciblé des projets collaboratifs visant à créer des infrastructures partagées, à renforcer les capacités et à combler les lacunes dans la chaîne de valeur.

Source : http://iie.smu.edu.sg ; www.spring.gov.sg ; www.guidemesingapore.com.

la dernière décennie, Singapour a investi massivement dans des installations et des équipements de pointe et offert des salaires attractifs à des scientifiques et des ingénieurs de stature internationale, ce qui lui permet d'afficher une des densités de chercheurs les plus élevées au monde : 6 438 par million d'habitants en 2012 (tableau 27.1). Parallèlement, le gouvernement a adopté des politiques ambitieuses en faveur de l'enseignement supérieur, afin de développer le capital intellectuel et de former du personnel de recherche pour les entreprises locales et étrangères. Ces politiques ont bénéficié d'un financement généreux puisque le gouvernement y a systématiquement consacré un budget supérieur à 1 % du PIB entre 2009 et 2013.

Les politiques publiques ont également mis l'accent sur le développement des capacités locales d'innovation. Plusieurs organismes nationaux de recherche ont été regroupés au sein de pôles et encouragés à nouer des relations avec des pôles de connaissances réputés à l'étranger afin de créer des centres d'excellence dans deux domaines de niche : la recherche médicale (création de Biopolis en 2003) et les TIC (création de Fusionopolis en 2008).

Cette même année, le Conseil singapourien de la recherche, de l'innovation et de l'entreprise a approuvé l'élaboration d'un Cadre national pour l'innovation et l'entreprise (NFIE). Le NFIE poursuit deux objectifs principaux : commercialiser

des technologies de pointe développées par des laboratoires de R&D en créant pour cela des start-up ; encourager les universités et les écoles polytechniques à développer l'entrepreneuriat académique et à transformer les résultats de leurs travaux de R&D en produits commercialisables. Entre 2008 et 2012, 4,4 milliards de dollars de Singapour (environ 3,2 milliards de dollars US) ont été alloués au NFIE afin de financer :

- La mise en place de conseils d'entrepreneuriat académique au sein des universités ;
- Un mécanisme de bons d'innovation et de développement des capacités (encadré 27.3) ;
- Des investissements en capital-risque de départ (encadré 27.3) ;
- Des bourses Proof of Concept (encadré 27.3) ;
- Un incubateur d'innovation de rupture (encadré 27.3) ;
- Un mécanisme d'incubation technologique (encadré 27.3) ;
- Des mesures pour inciter des dirigeants d'entreprise de stature internationale à s'installer à Singapour (encadré 27.3) ;
- Des subventions pour l'application de la R&D afin d'aider les écoles polytechniques à commercialiser leur recherche ;
- L'élaboration de principes nationaux relatifs à la propriété intellectuelle pour la R&D financée par des fonds publics ;
- La création d'instituts de l'innovation et de l'entreprise.

La Fondation nationale pour la recherche travaille avec le NFIE afin d'offrir des financements pour l'innovation collaborative (encadré 27.3). Parallèlement, des instituts de l'innovation et de l'entreprise ont été créés pour fournir un environnement organisationnel permettant de nouer des partenariats et d'élaborer des propositions de financement. Par exemple, l'institut implanté sur le campus de l'Université de management de Singapour offre un espace permettant aux universitaires et aux entreprises commerciales de se rencontrer. Les partenaires potentiels peuvent bénéficier des conseils des instituts lorsqu'ils sollicitent des subventions de la Fondation nationale pour la recherche pour développer des concepts commerciaux et obtenir des capitaux de démarrage.

L'agence publique A*STAR finance depuis novembre 2014 une nouvelle initiative appelée « Smart Nation ». Son objectif est de développer de nouveaux partenariats entre les secteurs public et privé en vue de renforcer les capacités de Singapour dans les domaines de la cybersécurité, de l'énergie et des transports, et ainsi de faire de la ville-État un pays « vert » et d'améliorer les services publics. Dans le cadre de sa contribution à l'initiative Smart Nation, l'Institut de recherche en information-communication d'A*STAR a signé un accord avec IBM portant sur la création de solutions innovantes dans les domaines du big data, de l'analytique, de la cybersécurité et de la mobilité urbaine. En décembre 2014, le ministre chargé de l'initiative Smart Nation, Vivian Balakrishnan, a expliqué[6] quelle était la logique sous-tendant la création de cette initiative lors de l'ouverture du festival Singapore Maker. Il a souligné que le passage de la production de masse à la personnalisation de masse des technologies comme celle de la téléphonie mobile, associé à la baisse des prix du matériel informatique, à la généralisation des capteurs et à la connectivité simplifiée, a mis les données et l'innovation à portée de main des individus. Le ministre a entrepris de rendre accessibles au public « autant de données que possible » et a invité « [tous ceux qui ont] un produit ou un service susceptible de faciliter la vie, à le présenter [à l'initiative] ». Un bureau du programme Smart Nation est en cours d'installation dans le cabinet du Premier Ministre. Celui-ci rassemblera les citoyens, le gouvernement et les acteurs industriels afin d'identifier les problèmes, de développer conjointement des prototypes et de les mettre en place de manière efficace.

Selon la Fondation nationale pour la recherche, l'objectif de Singapour à long terme est de devenir l'une des premières économies du monde en termes d'intensité de la recherche, d'innovation et d'entrepreneuriat afin de créer des emplois très qualifiés et de garantir la prospérité des Singapouriens. Le principal défi à court terme sera de renforcer le rôle des entreprises commerciales dans la recherche et l'innovation. Les DIRDE de Singapour sont plus faibles que dans les pays à forte intensité de R&D dont la population est comparable, tels que la Finlande, les Pays-Bas et la Suède. Ces pays se distinguent par la présence de grandes multinationales dont ils sont le berceau et qui financent l'essentiel des DIRDE. À Singapour, les entreprises qui y contribuent sont bien plus nombreuses, si bien qu'il faut faire participer un segment plus large de l'industrie pour augmenter les DIRDE.

Une autre difficulté pour Singapour sera de maintenir les avantages du pays et de passer à la vitesse supérieure en matière de recherche collaborative afin de donner une dimension encore plus internationale à l'innovation. L'un des points forts de Singapour réside dans sa capacité à nouer des partenariats public-privé et public-public influents au sein d'un système de recherche dense et intégré. La ville-État est sur le point de lancer le prochain programme quinquennal de financement de la R&D appelé *Recherche, innovation et entreprise 2020*. Ce programme continuera à mettre résolument l'accent sur les partenariats collaboratifs dans le cadre du schéma d'innovation ouverte qui a si bien fonctionné jusqu'à maintenant. Il contribuera ainsi à concrétiser l'ambition de Singapour de devenir la capitale de l'innovation en Asie.

6. Voir www.mewr.gov.sg/news.

THAÏLANDE



Le secteur privé investit surtout dans les produits chimiques à valeur ajoutée

La Thaïlande a connu une croissance de 27 % entre 2005 et 2012. L'économie du pays se trouve à la croisée des chemins depuis les désordres sociopolitiques de la fin 2013 et le putsch de mai 2014. Selon la Banque mondiale (2014), la confiance des consommateurs et des investisseurs devrait revenir une fois que la situation se sera stabilisée. La croissance de l'économie thaïlandaise restera toutefois probablement l'une des plus faibles en Asie du Sud-Est, au moins jusqu'en 2016, selon le FMI.

Les gouvernements récents ont fait de la promotion de la fabrication de produits de haute technologie une priorité absolue, afin de stimuler la demande. La croissance du secteur des services est attestée. Cependant, la possibilité d'augmenter la capacité de R&D de la Thaïlande dépendra largement de l'investissement du secteur privé, qui représentait près de 40 % des DIRD ces dernières années. Compte tenu de la faiblesse du ratio DIRD/PIB de la Thaïlande (0,39 % en 2011), la R&D industrielle reste modeste mais la situation pourrait changer : dans un communiqué de mai 2015, le Ministre de la science et de la technologie a fait état d'une augmentation de 100 % des DIRD en 2013 (qui ont alors atteint 0,47 % du PIB), principalement sous l'effet d'une hausse de l'investissement du secteur privé[7].

À la lumière de ces statistiques, la proportion relativement élevée des exportations thaïlandaises de produits de haute technologie, qui représentent 10,6 % du total de l'Asie du Sud-Est et de l'Océanie (figure 27.4), suggère que les produits de ce type, tels que les disques durs, les ordinateurs et les moteurs d'avion, sont conçus en dehors du pays et assemblés localement, et qu'ils ne sont pas le fruit de la R&D interne. La Thaïlande est le premier exportateur régional de produits chimiques (28 % du total). À l'heure actuelle, l'investissement du secteur privé dans la R&D porte essentiellement sur les produits chimiques à valeur ajoutée. Il est évident que la Thaïlande devrait créer un environnement des affaires qui encourage les multinationales à investir dans la R&D, en prenant exemple sur la Malaisie et Singapour. Les gouvernements successifs ont considéré cette possibilité mais se sont montrés réticents, jusqu'à maintenant, à offrir des incitations financières aux entreprises étrangères, à la différence de la Malaisie (voir chapitre 26).

L'une des principales difficultés sera de garantir un environnement socioéconomique favorable au maintien des IDE (garants des investissements dans la R&D industrielle) et au développement d'un enseignement supérieur de qualité. La Thaïlande demeure l'un des plus gros producteurs mondiaux de disques durs et de camionnettes légères mais elle devra procéder à des investissements massifs dans l'enseignement supérieur afin de pallier la pénurie de compétences et de maintenir cette position.

Les entreprises thaïlandaises sont en effet confrontées à un problème récurrent de pénurie de main-d'œuvre, aussi bien qualifiée que non qualifiée (EIU, 2012). L'investissement dans l'enseignement supérieur était relativement important en 2002 (1,1 % du PIB) mais il a reculé pour s'établir à 0,7 % du PIB en 2012. Bien que les dépenses consacrées à l'enseignement supérieur aient diminué en pourcentage du PIB, il existe une réelle volonté d'augmenter la proportion des étudiants en science, technologie, sciences de l'ingénieur et mathématiques. Un programme pilote a été lancé en 2008 afin de créer des écoles orientées vers l'enseignement des sciences et destinées à des élèves doués, possédant une fibre créative et un goût pour la technologie (Pichet, 2014). L'enseignement et l'apprentissage sont organisés autour de projets et l'objectif à long terme est d'aider les élèves à se spécialiser dans différents domaines technologiques. Cinq écoles ont été créées au titre de ce programme :

- Le lycée professionnel scientifique et technologique de Chonburi dans le centre du pays ;
- Le lycée agricole et technologique de Lamphun dans le nord du pays (biotechnologies agricoles) ;
- Le lycée de Suranaree dans le nord-est (science et technologie industrielle) ;
- Le lycée professionnel de Singburi (technologies alimentaires) ;
- Le lycée technique de Phang-nga dans le sud du pays (innovation dans le tourisme).

Le nombre de chercheurs et de techniciens en équivalent temps plein par million d'habitants a augmenté de 7 % et 42 % respectivement entre 2005 et 2009. La densité de chercheurs reste toutefois faible et la majorité d'entre eux sont employés par les instituts publics de recherche et les universités. À elle seule, l'Agence nationale pour le développement de la science et de la technologie (NSTDA) emploie plus de 7 % des chercheurs à temps plein du pays dans l'un des quatre organismes suivants : le Centre national de génie génétique et de biotechnologie ; le Centre national d'électronique et de technologie informatique ; le Centre national de la métallurgie et de la technologie des matériaux ; le Centre national des nanotechnologies.

Des politiques aux objectifs ambitieux

Bien que le *Plan d'action décennal pour la science et la technologie* (2004–2013) ait introduit le concept de système national d'innovation, il n'a pas clairement indiqué comment intégrer l'innovation dans la science et la technologie. Plus précis sur ce point, les *Politique et plan nationaux pour la science, la technologie et l'innovation* (2012-2021) adoptés en 2012 identifient par quels moyens parvenir à une telle intégration : développement des infrastructures, renforcement des capacités, parcs scientifiques régionaux,

7. Voir www.thaiembassy.org/permanentmission.geneva/contents/files/news-20150508-203416-400557.pdf.

soutien en faveur de la technologie industrielle et incitations fiscales pour la R&D. Ce plan prévoit notamment un engagement en faveur du renforcement de la collaboration entre les organismes de recherche publics et le secteur privé. Il fait également du développement régional une solution potentielle aux disparités socio-économiques qui ont alimenté le mécontentement social. Il fixe comme objectif de porter le ratio DIRD/PIB à 1 % d'ici 2021, avec un ratio secteur privé/secteur public de 70/30.

Un large éventail d'incitations financières cible le secteur privé, notamment des subventions et des subventions de contrepartie associées à des bons d'innovation, un soutien à la technologie industrielle, des taux d'intérêt incitatifs pour l'innovation et des incitations fiscales pour encourager la mise à niveau des compétences et des technologies. La réduction fiscale de 200 % pour la R&D introduite en 2002 afin de permettre aux entreprises ayant investi dans la R&D de bénéficier d'une double déduction des dépenses engagées lors d'une même année fiscale a récemment été portée à 300 %. Le communiqué de mai 2015 du Ministre de la science et de la technologie a mis en avant le Programme de soutien à la technologie industrielle destiné aux PME qui prévoit la remise de bons d'innovation, de garanties de crédit, ainsi qu'un accès à des laboratoires d'essai du ministère. Par ailleurs, un nouveau programme de mobilité des talents permet aux chercheurs des universités et des laboratoires publics d'être détachés dans des entreprises privées. Le programme prévoit que les entreprises concernées remboursent le salaire du chercheur à son université ou à son laboratoire de tutelle pendant la durée du détachement. Point important, les PME sont exemptées de ce remboursement, qui est effectué en leur nom par le biais d'une subvention ministérielle. Des évolutions législatives récentes autorisent désormais les organismes de financement à transférer les droits de propriété intellectuelle aux bénéficiaires de subventions et une nouvelle loi permet aux organismes publics de créer des fonds pour la commercialisation de la technologie. Toutes ces initiatives sont destinées à réformer le système d'incitation en faveur de la R&D.

Au niveau administratif, des plans prévoient la création d'un Comité consultatif sur la STI qui sera placé sous la responsabilité directe du Premier Ministre. En parallèle, le cabinet du Premier Ministre devrait prendre la responsabilité du Bureau de la politique nationale de STI, auparavant sous la tutelle du Ministère de la science et de la technologie.

Une commune, un produit

La Thaïlande sera également confrontée à la nécessité de transférer les connaissances et les compétences des organismes de recherche et des parcs scientifiques, où elles sont actuellement concentrées, vers des unités productives dans les zones rurales, notamment les exploitations agricoles et les PME.

Le programme « One Tambon, One Product » (une commune, un produit) est mis en œuvre dans les zones rurales du pays. Introduit par le gouvernement thaïlandais entre 2001 et 2006, sur le modèle du programme « un village, un produit » mis en œuvre au Japon dans les années 1980 afin de lutter contre l'exode rural, ce programme vise à stimuler l'entrepreneuriat local et la fabrication de produits innovants et de qualité. Un produit de qualité supérieure est sélectionné au niveau de chaque tambon (commune) en vue de bénéficier d'une marque déposée. Une norme de qualité (de une à cinq étoiles) lui est attribuée puis il fait l'objet d'une publicité au plan national. Les produits concernés incluent des vêtements et des accessoires de mode, des biens ménagers, des produits alimentaires et des produits de l'artisanat traditionnel. La diffusion de la téléphonie mobile dans les zones rurales permet d'accéder à des informations relatives au marché, ainsi qu'à des procédés de développement de produits et de production moderne. La Thaïlande devra s'efforcer d'orienter le développement de produits vers la production de biens à plus forte valeur ajoutée.

TIMOR-LESTE



Une croissance basée sur le pétrole

Depuis son accession à l'indépendance en 2002, le Timor-Leste a connu une croissance économique vigoureuse, attribuable en grande partie à l'exploitation des ressources naturelles : le pétrole brut a ainsi représenté 92 % de ses exportations en 2014. Le PIB a fait un bond de 71 % entre 2005 et 2013, soit le deuxième plus fort taux de croissance de la région (figure 27.2). Le jeune État a acquis une plus grande indépendance économique, comme le reflète la diminution régulière de la part de l'aide au développement dans le revenu national brut, qui est passée de 22,2 % en 2005 à 6,0 % en 2012.

Au deuxième rang régional pour les dépenses consacrées à l'enseignement supérieur

L'objectif à long terme du Timor-Leste, défini dans son *Plan stratégique de développement 2011-2030*, est de passer – à l'instar du Cambodge – de la catégorie des pays à revenu faible à celle des pays à revenu moyen de la tranche supérieure à l'horizon 2030. Ce plan met l'accent sur l'enseignement supérieur et la formation, le développement des infrastructures et la nécessité de réduire la dépendance du pays à l'égard des ressources pétrolières. Le renforcement des capacités locales en science et technologie, et la collaboration scientifique internationale seront des facteurs essentiels de la réalisation des objectifs ambitieux visés par le plan. Ceux-ci reposent sur l'hypothèse du maintien d'un taux de croissance annuelle régulier de 11,3 % jusqu'en 2020 puis de 8,3 % jusqu'en 2030, grâce notamment à un secteur privé en plein essor. Le Timor-Leste prévoit, à l'horizon 2030, de disposer d'au moins un hôpital dans chacun des 13 districts ainsi que d'un hôpital spécialisé à Dili, et de couvrir au moins la moitié de ses besoins énergétiques au moyen de sources d'énergie renouvelable.

Pour l'heure, la capacité scientifique et la production de R&D sont faibles mais l'investissement massif du gouvernement en faveur de l'éducation permettra probablement de changer

la donne au cours des dix prochaines années. Entre 2009 et 2011, le Timor-Leste a investi en moyenne 10,4 % de son PIB dans l'éducation et porté le niveau des dépenses consacrées à l'enseignement supérieur de 0,92 % à 1,86 % du PIB. Derrière la Malaisie, le Timor-Leste est aujourd'hui le pays de la région qui consacre la plus grosse part de son PIB à l'enseignement supérieur (figure 27,5).

Une évaluation conduite en 2010 a attiré l'attention sur la nécessité d'améliorer la qualité et la pertinence de l'enseignement scientifique. Trois secteurs clés prioritaires ont été identifiés pour l'avenir en matière d'éducation et de formation : la santé et la médecine ; l'agriculture ; la technologie et les sciences de l'ingénieur (Gabrielson *et al.*, 2010). La science, la technologie, l'ingénierie et les mathématiques ont été identifiées comme les disciplines à développer en priorité à tous les niveaux du système éducatif, et plus particulièrement dans l'enseignement supérieur.

L'Université nationale du Timor-Leste (UNTL) est la principale université de recherche du pays. Trois autres universités, plus petites, ont toutefois récemment ouvert leurs portes, auxquelles s'ajoutent sept instituts de recherche. Au début de l'année 2011, les 11 facultés de l'UNTL comptaient 27 010 étudiants, soit une augmentation de plus de 100 % par rapport à 2004. Le nombre d'étudiantes a augmenté de 70 % entre 2009 et 2011. En 2010, l'UNTL a rejoint le projet School on Internet Asia, qui permet à des universités de la région dont les moyens sont insuffisants de tisser des relations entre elles et d'accéder à des programmes d'enseignement à distance via un accès Internet par satellite à faible coût.

Le nécessaire renforcement de la coordination et de l'inclusion

Si les ONG jouent un rôle essentiel dans le développement du Timor-Leste, leur présence ne va pas sans créer des problèmes pour la coordination des programmes entre les différents secteurs relevant de la compétence du gouvernement. Par exemple, le Ministère de l'éducation est le principal responsable en matière d'enseignement supérieur mais de nombreux autres organismes sont également impliqués. L'un des objectifs du *Plan de développement* à l'horizon 2030 est de « développer un système de gestion efficace afin de coordonner l'action du gouvernement en matière d'enseignement supérieur, de fixer des objectifs prioritaires et d'élaborer des budgets ». Le plan mentionne également la mise en place d'un cadre national de qualifications.

Le Timor-Leste a l'un des taux d'accès à Internet les plus faibles au monde (1,1 % en 2013) mais les abonnements de téléphonie mobile ont fortement augmenté ces cinq dernières années. En 2013, 57,4 % de la population détenait un abonnement de téléphonie mobile, contre 11,9 % cinq ans plus tôt. Cela suggère que le pays est de plus en plus en mesure d'accéder au système mondial d'information.

L'un des principaux défis que devra relever le Timor-Leste sera de développer son capital humain dans le domaine des sciences afin que le pays puisse mettre l'innovation au service de l'agriculture et de l'industrie en vue de réaliser sa mutation économique. Parallèlement, le pays devra corriger un modèle de développement trop centré sur la capitale Dili, et démontrer qu'il détient les capacités d'exploiter correctement les connaissances et informations nouvelles.

VIET NAM

Des gains de productivité pour compenser la perte d'avantages concurrentiels

Le Viet Nam est de plus en plus intégré dans l'économie mondiale, en particulier depuis que ses efforts pour libéraliser son économie lui ont valu d'être admis au sein de l'Organisation mondiale du commerce en 2007. Le secteur manufacturier et celui des services représentent chacun 40 % du PIB. Près de la moitié de la main-d'œuvre (48 %) reste toutefois employée dans l'agriculture. Selon les prévisions à court terme, un million de travailleurs (sur un total de 51,3 millions en 2010) devraient continuer à quitter chaque année le secteur agricole pour intégrer d'autres secteurs de l'économie (EIU, 2012).

Dans le secteur manufacturier, le Viet Nam devrait à court terme perdre une partie de son avantage concurrentiel lié aux bas salaires. Le pays devra compenser cette perte par des gains de productivité afin de continuer à afficher des taux élevés de croissance. Le PIB par habitant a presque doublé depuis 2008. Les exportations de produits de haute technologie du Viet Nam ont connu un essor remarquable entre 2008 et 2013, en particulier s'agissant des ordinateurs de bureau et des équipements de communication électronique. S'agissant des exportations de ces biens, le Viet Nam n'est devancé que par Singapour et la Malaisie. Une difficulté de taille sera de mettre en œuvre des stratégies permettant de transférer les technologies et les compétences existant actuellement au sein des grandes multinationales vers des entreprises locales de taille plus réduite. Pour cela, des stratégies seront nécessaires pour renforcer la capacité technique et les compétences dans les entreprises locales qui ne sont pour le moment que faiblement intégrées dans les chaînes de production mondiales.

Depuis 1995, le nombre d'étudiants dans l'enseignement supérieur a été multiplié par dix et a largement dépassé le seuil des deux millions en 2012. En 2014, le Viet Nam comptait 419 établissements d'enseignement supérieur (Brown, 2014). Plusieurs universités étrangères opèrent des campus au Viet Nam, dont l'Université Harvard (États-Unis) et l'Institut royal de technologie de Melbourne (Australie).

L'engagement résolu du gouvernement en faveur de l'éducation en général, et de l'enseignement supérieur en

particulier (avec des dépenses s'élevant respectivement à 6,3 % et 1,05 % du PIB en 2012) a permis une croissance notable de l'enseignement supérieur, mais le Viet Nam devra maintenir ses efforts afin de retenir les universitaires. Une réforme en ce sens est en cours. Une loi adoptée en 2012 accorde davantage d'autonomie aux administrateurs des universités, bien que le Ministère de l'éducation continue d'avoir la mainmise sur l'assurance de la qualité. Le grand nombre d'universités et celui plus important encore d'organismes de recherche au Viet Nam constituent un défi de taille pour le gouvernement, en particulier en termes de coordination entre les ministères. Il faut s'attendre à ce que certains établissements, parmi les plus petits et les moins bien dotés financièrement, soient éliminés par les forces du marché.

Aucune donnée récente sur les dépenses de R&D n'est disponible mais le nombre de publications de scientifiques vietnamiens recensées dans la plateforme de recherche Web of Science a connu une croissance très supérieure à la moyenne des pays d'Asie du Sud-Est. Les articles publiés portent principalement sur les sciences de la vie (22 %), la physique (13 %) et les sciences de l'ingénieur (13 %), ce qui reflète les récents progrès dans la production d'équipements de diagnostic et la construction navale. Près de 77 % des articles publiés entre 2008 et 2014 avaient au moins un coauteur étranger.

Les partenariats public-privé, un élément essentiel de la stratégie de S&T

L'autonomie dont jouissent les centres de recherche du Viet Nam depuis la deuxième moitié des années 1990 a permis à un grand nombre d'entre eux de fonctionner comme des organisations quasiment privées fournissant des services de conseil et de développement technologique. Certains chercheurs ont quitté les grands organismes pour créer leurs propres entreprises semi-privées, encourageant par là même le transfert du personnel de S&T du secteur public vers ces établissements semi-privés. L'Université Tôn Duc Thang, un établissement relativement récent (ouvert en 1997) a déjà mis en place 13 centres de transfert de technologies et de services dont les activités génèrent 15 % des recettes de l'université. Nombre de ces centres de recherche jouent un rôle d'intermédiaire fort utile pour rapprocher les organismes de recherche publics, les universités et les entreprises. Par ailleurs, la dernière loi sur l'enseignement supérieur, adoptée en juin 2012, accorde davantage d'autonomie aux conseils d'administration des universités et il semble qu'un nombre croissant d'universitaires officient également en tant que consultants auprès d'ONG et d'entreprises privées.

Adoptée en 2012, la *Stratégie pour le développement de la science et de la technologie pour la période 2011–2020* surfe sur cette tendance en encourageant les partenariats public-privé et en cherchant à transformer « les organismes publics de S&T en mécanismes autogérés et responsables tel que prévu par la loi » (Ministère de la science et de la technologie, 2012). Le document accorde une grande importance à la planification globale et à l'établissement de priorités, en vue d'améliorer les capacités d'innovation, en particulier dans les secteurs industriels. Bien que la *Stratégie* ne fixe pas d'objectifs en matière de financement, elle détermine néanmoins des orientations politiques globales et des domaines prioritaires pour les investissements, dont notamment :

- La recherche en mathématiques et en physique ;
- L'étude du changement climatique et des catastrophes naturelles ;
- Le développement des systèmes d'exploitation pour les ordinateurs, les tablettes et les appareils mobiles ;
- Les biotechnologies, appliquées en particulier à l'agriculture, à la sylviculture, aux pêcheries et à la médecine ;
- La protection de l'environnement.

La nouvelle *Stratégie* prévoit le développement d'un réseau d'organisations pour assurer des services de conseil dans le domaine de l'innovation et du développement de la propriété intellectuelle. Elle vise également à promouvoir une plus large coopération scientifique internationale, notamment au travers d'un projet de réseau de scientifiques vietnamiens à l'étranger et de la création d'un réseau de « centres de recherche d'excellence » mettant en relation les principaux organismes scientifiques nationaux avec des partenaires à l'étranger.

Le Viet Nam a également développé un ensemble de stratégies nationales de développement applicables à différents secteurs de l'économie, dont beaucoup touchent à la S&T. On peut citer par exemple la *Stratégie de développement durable* (avril 2012), la *Stratégie de développement du secteur du génie mécanique* (2006), ainsi que *Vision 2020* (2006). Ces stratégies doubles, qui couvrent la période 2011-2020, préconisent d'une part des ressources humaines hautement qualifiées, une solide politique relative à l'investissement dans la R&D et des politiques fiscales afin d'encourager la mise à niveau technologique dans le secteur privé, et d'autre part la réalisation d'investissements de la part du secteur privé et l'adoption de règlements visant à mettre les investissements au service du développement durable.

ÉTATS INSULAIRES DU PACIFIQUE

De petits États mais des besoins conséquents en matière de développement

Les économies des États insulaires du Pacifique reposent en grande partie sur les ressources naturelles, et se caractérisent par un secteur manufacturier très peu développé et l'absence d'industries lourdes. Leur balance commerciale est en général déficitaire, à l'exception de la Papouasie-Nouvelle-Guinée qui possède une industrie minière. Les Fidji sont en train de devenir une plaque tournante pour les réexportations dans le Pacifique. Entre 2009 et 2013, ses réexportations ont triplé, représentant plus de la moitié des exportations totales des États insulaires du

Pacifique. Grâce à leur admission dans l'Organisation mondiale du commerce en 2012, les Samoa devraient eux aussi être davantage intégrés aux marchés mondiaux.

Le contexte social et culturel propre aux États insulaires du Pacifique exerce une forte influence sur la science et la technologie dans cette région. Par ailleurs, les limites de la liberté d'expression et, dans certains cas, le conservatisme religieux peuvent décourager la recherche dans certaines disciplines. Cependant, l'expérience de ces pays montre que le développement durable et l'économie verte peuvent bénéficier de l'apport des savoirs traditionnels dans la science et la technologie formelles, comme le souligne la *Note sur le développement durable* élaborée par le Secrétariat de la Communauté du Pacifique en 2013.

Le *Rapport de l'UNESCO sur la science 2010* a constaté que l'absence de cadres politiques nationaux et régionaux était un obstacle majeur à l'élaboration de programmes nationaux de STI intégrés. Depuis, les États insulaires du Pacifique ont réalisé des progrès en mettant en place plusieurs organismes régionaux chargés de traiter des questions liées à l'utilisation de la technologie pour le développement sectoriel.

Citons par exemple :

- Le Secrétariat de la Communauté du Pacifique pour la lutte contre le changement climatique, la pêche et l'agriculture ;
- Le Secrétariat du Forum des îles du Pacifique pour le transport et les télécommunications ;
- Le Secrétariat du programme environnemental de la région Pacifique.

Malheureusement, aucun de ces organes n'a de mandat spécifique pour la politique de S&T. Le nouveau Réseau pour la coopération Pacifique-Europe en matière de science, de technologie et d'innovation (PACE-Net Plus) comble partiellement cette lacune, du moins temporairement. Financé par la Commission européenne au titre du septième programme-cadre de l'Union européenne pour la recherche et l'innovation (2007-2013), ce projet couvre la période 2013-2016 et vient s'ajouter au programme Horizon 2020 de l'UE (voir chapitre 9). Il a pour objectifs de renforcer le dialogue entre la région Pacifique et l'Europe dans le domaine de la STI, de soutenir la recherche et l'innovation dans les deux régions par le biais d'appels à propositions de recherche et de promouvoir l'excellence scientifique et la compétitivité industrielle et économique. Sur les 16 organismes membres[8], dix sont issus de la région Pacifique.

PACE-Net Plus met l'accent sur trois enjeux de société :

- Santé, évolution démographique et bien-être ;
- Sécurité alimentaire, agriculture durable, recherche marine et maritime et bioéconomie ;
- Lutte contre le changement climatique, utilisation efficace des ressources, et matières premières.

PACE-Net Plus a organisé une série de rencontres politiques de haut niveau, ayant lieu alternativement dans la région Pacifique et à Bruxelles, siège de la Commission européenne. Ces événements sont l'occasion pour les principaux représentants des gouvernements et les parties prenantes institutionnelles des deux régions de se rencontrer et d'échanger sur les questions de STI.

Une conférence qui s'est tenue à Suva (Fidji) en 2012 sous l'égide de PACE-Net Plus a abouti à une série de recommandations en vue d'élaborer un plan stratégique[9] portant sur la recherche, l'innovation et le développement dans le Pacifique. Le rapport de la conférence, rendu public en 2013, a recensé les besoins en R&D de la région Pacifique dans sept domaines : santé, agriculture et foresterie, pêche et aquaculture, biodiversité et gestion des écosystèmes, eau douce, catastrophes naturelles et énergie.

Prenant acte de l'absence de politiques et de plans de STI nationaux et régionaux dans le Pacifique, la conférence a également mis en place un réseau universitaire, le Réseau de recherche des universités des îles du Pacifique, pour encourager la production et le partage de connaissances dans et entre les régions et pour préparer des recommandations succinctes en vue de l'élaboration d'un cadre stratégique régional pour la STI. Celui-ci aurait dû se baser sur des données factuelles recueillies au moyen d'évaluations des capacités de STI, mais l'absence de telles données constitue un obstacle de taille. Ce réseau formel de recherche viendra compléter le travail de l'Université du Pacifique Sud, implantée aux Fidji, qui possède des campus dans d'autres États insulaires de la région.

En 2009, la Papouasie-Nouvelle-Guinée a formulé sa *Vision nationale 2050*, qui a conduit à la création d'un Conseil de la recherche, de la science et de la technologie. Les priorités à moyen terme de *Vision 2050* incluent :

- Les technologies industrielles émergentes pour le traitement en aval ;
- Les technologies de l'infrastructure pour les corridors économiques ;
- Les technologies fondées sur la connaissance ;
- L'enseignement de la S&T ;
- L'objectif ambitieux de porter les dépenses de R&D à 5 % du PIB d'ici 2050.

8. Il s'agit de : l'Université nationale australienne, Montroix Pty Ltd (Australie), l'Université du Pacifique Sud, l'Institut Louis Malardé (Polynésie française), le Centre national de recherche technologique sur le nickel et son environnement (Nouvelle-Calédonie), la Communauté du Pacifique Sud, Landcare Research Ltd (Nouvelle-Zélande), l'Université de Papouasie-Nouvelle-Guinée, l'Université nationale des Samoa et le Centre culturel de Vanuatu.

9. Voir http://pacenet.eu/news/pacenet-outcomes-2013.

Lors de sa réunion de novembre 2014, le Conseil de la recherche, de la science et de la technologie a de nouveau souligné la nécessité de mettre la science et la technologie au service du développement durable. Par ailleurs, dans son *Plan III pour l'enseignement supérieur 2014-2023*, la Papouasie-Nouvelle- Guinée adopte une stratégie visant à transformer l'enseignement supérieur et la R&D grâce à l'introduction d'un système d'assurance de la qualité et d'un programme destiné à surmonter les capacités limitées de R&D.

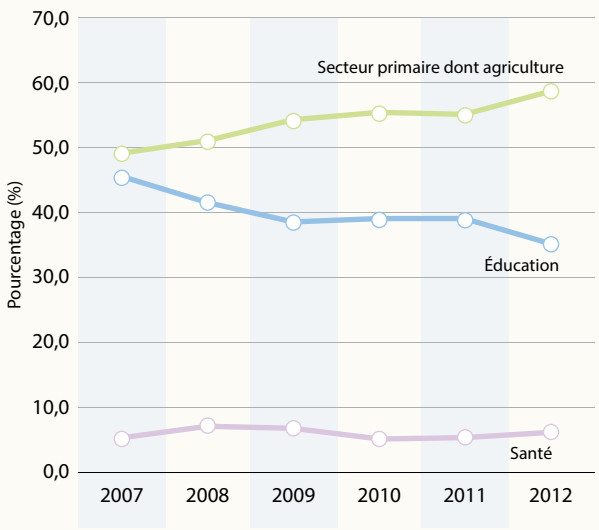
À l'instar de la Papouasie-Nouvelle-Guinée, les Fidji et Samoa font de l'éducation l'un des principaux outils stratégiques pour encourager la STI et la modernisation. Les Fidji, en particulier, ont consenti des efforts importants pour réexaminer les politiques, les règles et les règlements en vigueur dans ce secteur. De tous les États insulaires du Pacifique, les Fidji sont le pays qui alloue la part plus importante du budget national à l'éducation (4 % du PIB en 2011), même si cette part était de 6 % en 2000. La proportion du budget de l'éducation allouée à l'enseignement supérieur a légèrement baissé, passant de 14 % à 13 %, mais les systèmes de bourse comme National Toppers, introduit en 2014, et la possibilité d'accéder à des prêts étudiants ont rendu l'enseignement supérieur des Fidji attractif et gratifiant. De nombreux États insulaires du Pacifique prennent les Fidji comme modèle : le pays attire des responsables de l'éducation d'autres pays de la région qui viennent s'y former et, selon le Ministère de l'éducation, les enseignants des Fidji sont très demandés dans le reste de la région.

Selon une enquête interne portant sur le choix des disciplines aux examens sanctionnant les études secondaires (terminale), les étudiants fidjiens manifestent un plus grand intérêt pour la science depuis 2011. La même tendance se dégage des données relatives aux inscriptions dans les trois universités des Fidji. L'une des initiatives les plus importantes a été la création en 2010 de la Commission de l'enseignement supérieur (FHEC), l'organe réglementaire chargé de l'enseignement supérieur aux Fidji. La FHEC a lancé un processus d'enregistrement et d'accréditation des prestataires de l'enseignement supérieur afin d'améliorer la qualité de l'enseignement universitaire aux Fidji. En 2014, la FHEC a accordé des subventions de recherche aux universités en vue de renforcer la culture de la recherche au sein du personnel enseignant.

Les Fidji sont le seul État insulaire du Pacifique à disposer de données récentes sur les DIRD. Le Bureau national de la statistique avance un ratio DIRD/PIB de 0,15 % en 2012. Les dépenses de R&D du secteur privé sont négligeables. Entre 2007 et 2012, les dépenses publiques de R&D ont globalement favorisé l'agriculture (figure 27.11). Cependant, les scientifiques fidjiens publient beaucoup plus d'articles sur les géosciences et les sciences médicales que sur l'agronomie (figure 27.8).

Selon les données de la plateforme de recherche Web of Science, la Papouasie-Nouvelle-Guinée est l'État insulaire

Figure 27.11 : **Dépenses publiques de R&D aux Fidji par objectif socio-économique, 2007-2012**



Source : Bureau de la statistique des Fidji, 2014.

du Pacifique qui a publié le plus grand nombre d'articles (110)[10] en 2014, suivi des Fidji (106). Il s'agit principalement d'articles consacrés aux sciences de la vie et aux géosciences. Les publications scientifiques de la Polynésie française et de la Nouvelle-Calédonie se distinguent par la proportion élevée des articles consacrés aux géosciences, six à huit fois supérieure à la moyenne mondiale. En Papouasie-Nouvelle-Guinée, au contraire, neuf publications sur dix portent sur l'immunologie, la génétique, la biotechnologie et la microbiologie.

Entre 2008 et 2014, les chercheurs fidjiens ont davantage collaboré avec des partenaires nord-américains qu'avec leurs homologues indiens (une grande partie de la population fidjienne est d'origine indienne). L'essentiel de cette collaboration a porté sur un petit nombre de disciplines scientifiques, telles que les sciences médicales, les sciences de l'environnement et la biologie. La proportion d'articles publiés avec au moins un coauteur étranger était plus élevée en Papouasie-Nouvelle-Guinée et aux Fidji (90 % et 83 % respectivement) qu'en Nouvelle-Calédonie et en Polynésie française (63 % et 56 % respectivement). Les partenariats de recherche ont également impliqué des pays d'Asie du Sud-Est et d'Océanie, ainsi que les États-Unis et l'Europe. Le nombre de copublications avec des auteurs français se révèle étonnamment faible, à l'exception notable du Vanuatu (figure 27.8).

Collaborer uniquement avec des auteurs étrangers présente des inconvénients

La collaboration exclusive ou quasi exclusive avec des auteurs étrangers peut avoir des avantages aussi bien que

10. Les territoires français de la Nouvelle-Calédonie et de la Polynésie française (qui ne sont pas étudiés dans ce chapitre) ont vu respectivement 116 et 58 de leurs publications indexées dans le catalogue de la base documentaire Web of Science en 2013.

des inconvénients. Selon le Ministère fidjien de la santé, la collaboration avec des chercheurs étrangers aboutit certes souvent à la publication d'un article dans un journal renommé, toutefois les retombées en termes d'amélioration de la santé aux Fidji sont très faibles. Un nouvel ensemble de directives est désormais en place aux Fidji afin d'aider au renforcement des capacités locales de recherche dans la santé, grâce à la formation et à l'accès à de nouvelles technologies. Les projets de recherche menés aux Fidji avec des organismes étrangers sont tenus de contribuer, preuve à l'appui, au renforcement des capacités locales de recherche médicale. Le Ministère de la santé lui-même s'attache à développer les capacités locales de recherche par le biais de la *Revue de santé publique des Fidji*, qu'il a lancée en 2012. Parallèlement, en 2013, le Ministère de l'agriculture a repris la publication de la *Revue d'agriculture* des Fidji, qui n'avait pas paru depuis 17 ans. Deux autres revues régionales, consacrées à la recherche scientifique dans le Pacifique, ont également vu le jour en 2009 : la *Revue médicale de Samoa* et la *Revue de la recherche, de la science et de la technologie de Papouasie-Nouvelle-Guinée*.

Les Fidji : fer de lance de la croissance des TIC

L'accès à Internet et à la téléphonie mobile a considérablement augmenté dans les États insulaires du Pacifique ces dernières années. Les Fidji affichent une croissance substantielle dans ce domaine, aidées en cela par leur situation géographique, leur culture du service, leurs politiques favorables aux affaires, leur population anglophone et leur société numérique bien connectée. En comparaison de nombreuses autres îles du Pacifique Sud, les Fidji disposent d'un système de télécommunications relativement fiable et efficace et ont accès au câble sous-marin de la Croix du Sud, qui relie la Nouvelle-Zélande, l'Australie et l'Amérique du Nord. La décision récente de créer le parc des TIC de Statham sur le campus de l'Université du Pacifique Sud, la zone de développement économique des TIC de Kalabo et le technoparc ATH aux Fidji, devrait doper le secteur des services d'appui des TIC dans la région Pacifique.

Tokelau : une électricité d'origine 100 % renouvelable

Les États insulaires du Pacifique consacrent en moyenne 10 % de leur PIB à l'importation de produits pétroliers, mais ce chiffre dépasse la barre des 30 % dans certains cas. Outre les coûts élevés associés au transport du carburant, cette dépendance à l'égard des combustibles fossiles rend les économies du Pacifique vulnérables à la volatilité des cours mondiaux et au risque de marée noire[11]. Par conséquent, de nombreux États insulaires du Pacifique sont convaincus que les énergies renouvelables joueront un rôle dans le développement socio-économique de la région. Aux Fidji, en Papouasie-Nouvelle-Guinée, à Samoa et au Vanuatu, les sources d'énergie renouvelable représentent d'ores et déjà une part importante de la production totale d'électricité : 60 %, 66 %, 37 % et 15 % respectivement. L'archipel des Tokelau est même devenu le premier territoire au monde à générer 100 % de son électricité à partir de sources d'énergie renouvelables.

Objectifs en matière de développement des énergies renouvelables

De nombreux États insulaires du Pacifique se sont fixés de nouveaux objectifs entre 2010 et 2012 (tableaux 27.3 et 27.4) et mettent en place des mesures pour améliorer leur capacité de production, de stockage et d'utilisation des énergies renouvelables. Par exemple, l'UE a financé le programme de développement des compétences et des capacités en matière d'énergies renouvelables dans les États insulaires du Pacifique (EPIC). Depuis son lancement en 2013, EPIC a mis en œuvre deux programmes de master dans le domaine de la gestion des énergies renouvelables et soutenu la création de deux centres des énergies renouvelables, l'un au sein de l'Université de Papouasie-Nouvelle-Guinée et l'autre au sein de l'Université des Fidji. Tous deux ont ouvert en 2014 et visent à créer un pôle régional de connaissances pour le développement des énergies renouvelables. En février 2014, l'UE et le Secrétariat du Forum des îles du Pacifique ont signé un accord portant création du Programme d'adaptation au changement climatique et de développement des énergies renouvelables. Ce programme, doté d'un budget de 37,26 millions d'euros, bénéficiera à 15 États insulaires du Pacifique[12].

Le changement climatique concerne tous les pays

Dans la région Pacifique, le changement climatique soulève essentiellement des problématiques marines, telles que la montée du niveau des océans et la salinisation des sols et des nappes phréatiques, tandis qu'en Asie du Sud-Est, ce sont les stratégies de réduction des émissions de CO_2 qui sont prépondérantes. En revanche, la résilience face aux catastrophes revêt la même importance dans les deux régions.

Le changement climatique apparaît comme le problème environnemental le plus grave auquel sont confrontés les États insulaires du Pacifique puisqu'il a déjà des conséquences sur presque tous les secteurs socio-économiques. Celles-ci sont visibles dans l'agriculture, la sylviculture, au niveau de la sécurité alimentaire et même dans la diffusion des maladies transmissibles. Le Secrétariat de la Communauté du Pacifique a lancé plusieurs activités afin de s'attaquer aux problèmes associés au changement climatique. Celles-ci couvrent des domaines très différents : pêche, eau douce, agriculture, gestion du littoral, gestion des catastrophes, énergie, savoir traditionnel, éducation, sylviculture, communication, tourisme, culture, santé, météorologie, égalité des sexes et biodiversité. Les États insulaires du Pacifique sont presque tous impliqués dans une ou plusieurs de ces activités.

11. Voir www.pacificenergysummit2013.com/about/energy-needs-in-the-pacific.

12. Îles Cook, Îles Fidji, Îles Marshall, Îles Salomon, Kiribati, Micronésie (États fédérés de), Nauru, Nioué, Palaos, Papouasie-Nouvelle-Guinée, Samoa, Timor-Leste, Tonga, Tuvalu et Vanuatu.

Plusieurs projets liés au changement climatique sont également coordonnés par le PNUE, au sein du Secrétariat du Programme régional océanien de l'environnement (PROE). L'objectif du PROE est d'aider les États membres à améliorer leur « capacité à lutter contre le changement climatique par le biais de l'amélioration des politiques, de la mise en œuvre de mesures pratiques d'adaptation, de l'amélioration de la résilience de l'écosystème face aux impacts du changement climatique et d'initiatives pour un développement sobre en carbone ».

Le premier mécanisme d'envergure ciblant l'adaptation au changement et à la variabilité climatique remonte à 2009. Le projet Adaptation au changement climatique dans le Pacifique, qui implique 13 États insulaires du Pacifique, est financé par le Fonds pour l'environnement mondial et par les gouvernements américain et australien.

Augmenter la production de biens à valeur ajoutée aux Fidji grâce à la S&T

La volonté de garantir la pérennité des ressources halieutiques a conduit les pays à chercher comment utiliser la S&T pour produire plus de valeur ajoutée. À l'heure actuelle, le secteur des pêches des Fidji est essentiellement tourné vers la capture du thon pour le marché japonais. Le gouvernement fidjien prévoit de diversifier ce secteur en développant l'aquaculture, la pêche côtière et en encourageant la capture d'autres espèces de poissons de haute mer (poisson-lune, vivaneau, par exemple). Un grand nombre d'incitations et d'avantages sont ainsi proposés pour encourager le secteur privé à investir dans ces activités.

L'agriculture et la sécurité alimentaire constituent un autre domaine prioritaire pour le Pacifique. Le *Programme stratégique du secteur de l'agriculture – Fidji 2020* (Ministère de l'agriculture [MoA], 2014) souligne la nécessité de bâtir une communauté durable et place la sécurité alimentaire en tête des priorités du programme de développement. Les stratégies détaillées dans le document *Fidji 2020* incluent :

- La modernisation de l'agriculture aux Fidji ;
- Le développement de systèmes intégrés pour l'agriculture ;
- L'amélioration du fonctionnement des systèmes d'aide à l'agriculture ;

Tableau 27.3 : **Objectifs nationaux en matière d'énergie renouvelable pour une sélection d'États insulaires du Pacifique, 2013-2020**

Pays	Objectif énergétique	Échéance
Îles Cook	50 % des besoins en énergie couverts par des énergies renouvelables d'ici 2015, puis 100 % à l'horizon 2020	2015 et 2020
Fidji	90 % d'énergie renouvelable	2015
Nauru	50 % d'énergie renouvelable	2015
Palaos	20 % d'énergie renouvelable et réduction de 30 % de la consommation énergétique	2020
Samoa	10 % d'énergie renouvelable	2016
Tonga	50 % d'énergie renouvelable et réduction de 50 % de la facture énergétique globale	2015
Vanuatu	33 % d'énergie renouvelable, cible fixée par UNELCO (une entreprise privée)	2013

Source : Secrétariat de la Communauté du Pacifique (2013) *Sustainable Development Brief.*

Tableau 27.4 : **Cadre de croissance verte des Fidji, 2014**

Domaine ciblé	Stratégie
Soutenir la recherche et l'innovation dans les technologies et les services verts	■ soutenir les industries vertes existantes en subventionnant les entreprises utilisant des technologies vertes dans toute la chaîne de valeur de la production ; ■ accroître le financement de la recherche publique en vue d'affiner et d'améliorer les technologies existantes (par exemple, Centre océanique sur le transport durable) ; ■ élaborer un cadre national pour promouvoir l'innovation et la recherche dans des technologies écologiques durables d'ici fin 2017.
Promouvoir l'usage des technologies vertes	■ sensibiliser le grand public aux technologies vertes ; ■ évaluer la réussite de l'éducation à l'environnement dans les écoles publiques ; ■ étudier la possibilité d'imposer des droits de douane sur les importations de technologies non vertes ; ■ réduire les droits de douane sur les importations de technologies sobres en carbone ; ■ introduire des incitations pour favoriser les IDE à grande échelle au profit des industries qui fabriquent des technologies écologiques durables dans le transport, l'énergie, le secteur manufacturier, l'agriculture, etc.
Développer les capacités nationales d'innovation	■ élaborer une stratégie pour la STI et la R&D qui soit intégrée dans une stratégie globale de développement durable dans tous les domaines thématiques d'ici fin 2017 ; ■ veiller à ce qu'au moins 50 % des enseignants du secondaire soient formés à la mise en œuvre du cadre révisé des programmes scolaires nationaux des Fidji d'ici 2020.

Source : Ministère de la planification stratégique, du développement national et de la statistique (2014) *A Green Growth Framework for Fiji: Restoring the Balance in Development that is Sustainable for our Future.* Suva.

- L'amélioration des modèles commerciaux agricoles innovants ;
- Le renforcement des capacités d'élaboration de politiques.

Les Fidji ont fait le choix de passer d'une agriculture de subsistance à un modèle reposant sur l'agriculture commerciale et l'industrie agro-alimentaire (légumes, dont légumes racines, fruits tropicaux, épices, horticulture et élevage).

Faible utilisation de la technologie dans la sylviculture

Les forêts sont une importance ressource économique pour les Fidji et la Papouasie-Nouvelle-Guinée. Dans ces deux pays pourtant, la sylviculture a recourt à des intrants technologiques faiblement ou moyennement intensifs. Par conséquent, l'éventail de produits se limite au bois scié, au placage, au contreplaqué, aux panneaux, aux plinthes, aux poteaux et aux pieux, et aux copeaux de bois. Les exportations ne concernent qu'un petit nombre de produits finis. Le manque de machines automatisées et la formation inadaptée du personnel technique local, notamment, freinent la transition vers une production plus automatisée. Les décideurs politiques devraient s'attacher à éliminer ces barrières afin que la sylviculture puisse contribuer au développement économique national de manière plus efficace et durable.

Le document de référence pour le développement durable de la sous-région au cours de la prochaine décennie s'intitule *Samoa, la voie à suivre* (Samoa Pathway) : il s'agit du plan d'action adopté à l'issue de la troisième Conférence internationale des Nations Unies sur les petits États insulaires en développement organisée à Apia (Samoa) en septembre 2014. *Samoa, la voie à suivre* cible notamment les domaines suivants : consommation et production durables ; énergie durable ; tourisme et transport durables ; changement climatique ; réduction des risques de catastrophe ; forêts ; eau et assainissement ; sécurité alimentaire et nutrition ; gestion des produits chimiques et des déchets ; océans et mers ; biodiversité ; désertification ; dégradation des terres et sécheresse ; santé et maladies non transmissibles.

CONCLUSION

Pour une résolution des problèmes équilibrée à l'échelle mondiale et locale

L'économie et la production scientifique de la plupart des pays étudiés dans ce chapitre sont modestes (si on laisse de côté les quatre leaders régionaux en termes d'intensité de R&D, l'Australie, la Malaisie, la Nouvelle-Zélande et Singapour). C'est donc sans surprise que l'on trouve dans ces pays une proportion très élevée de chercheurs qui collaborent, plus ou moins systématiquement, avec les pays de la région les plus productifs en matière de science, ainsi qu'avec leurs confrères des pôles de connaissances d'Amérique du Nord, d'Europe et d'Asie. Dans les pays les moins avancés d'Asie du Sud-Est et d'Océanie, la proportion des articles corédigés avec des auteurs étrangers oscille entre 90 et 100 % et ce type de collaboration semble se développer. Cette tendance peut être bénéfique pour les pays à revenu faible, mais aussi pour la science à l'échelle internationale, lorsqu'il s'agit de remédier à des problèmes régionaux liés à la production alimentaire, la santé, la médecine et les problématiques géotechniques. Cependant, la question qui se pose pour les pays moins avancés est de savoir si cette collaboration internationale dans la production scientifique oriente la recherche dans la direction envisagée par leurs politiques nationales de S&T ou si, au contraire, elle tend à mettre la recherche au service des intérêts particuliers des scientifiques étrangers.

Comme nous l'avons vu, de nombreuses multinationales se sont implantées au Cambodge et au Viet Nam ces dernières années. Malgré cela, le nombre de brevets accordés à ces deux pays est négligeable : respectivement 4 et 47 au cours de la période 2002-2013. Si le Viet Nam a réalisé 11 % des exportations de produits de haute technologie de la région en 2013, selon la base de données Comtrade, la majorité des produits concernés a été conçue ailleurs et simplement assemblée au Viet Nam (on pourrait certainement faire la même constatation à propos du Cambodge, mais les données sont insuffisantes). Même si les entreprises étrangères intensifient leur R&D interne dans les pays à revenu faible où elles sont implantées, cela ne sera pas forcément suffisant pour doper les capacités scientifiques et technologiques des pays d'accueil. À moins de disposer d'effectifs suffisants de personnel qualifié et de capacités institutionnelles solides, la R&D continuera à être exécutée ailleurs. La croissance rapide des IDE dans la R&D en Inde et en Chine, qui s'est accompagnée d'un développement des compétences locales, résulte de décisions stratégiques prises par les entreprises. Une autre solution pour des économies en développement telles que le Viet Nam et le Cambodge sera de mettre à profit les connaissances et les compétences des grandes entreprises étrangères qui y sont implantées, pour doter les entreprises et fournisseurs locaux d'un niveau de professionnalisme identique. En encourageant les fabricants étrangers de produits de haute technologie à animer des programmes de formation dans les pays d'accueil, les gouvernements les impliqueront également dans les stratégies nationales de formation, ce qui aura des retombées positives aussi bien pour les producteurs que pour les fournisseurs. Une chaîne d'approvisionnement techniquement plus évoluée, capable d'absorber des compétences et des connaissances nouvelles, devrait en retour encourager les entreprises étrangères à investir dans la R&D, avec des effets positifs directs pour les entreprises locales.

Les blocs régionaux jouent un rôle important pour la science et la technologie en Asie du Sud-Est et en Océanie. Nous avons vu que l'ANASE suit et coordonne les développements dans le domaine scientifique et qu'elle permettra bientôt la libre circulation des travailleurs qualifiés entre ses États membres. L'APEC a récemment achevé une étude sur la pénurie de compétences dans la région, en vue de créer un système de suivi pour répondre aux besoins de formation, avant que la pénurie n'atteigne un stade critique. Les États insulaires du Pacifique ont mis en place plusieurs réseaux pour encourager

la collaboration dans le domaine de la recherche et faire progresser la lutte contre le changement climatique.

La fin du boom des matières premières en 2013 a conduit les pays riches en ressources naturelles à élaborer des politiques de S&T de manière à redynamiser certaines de leurs spécialités économiques : sciences de la vie en Australie et en Nouvelle-Zélande ou sciences de l'ingénieur dans certains pays d'Asie. On constate une tendance croissante à intégrer l'innovation dans les politiques de S&T et les stratégies de STI dans les plans de développement à plus long terme.

Cette tendance place, dans une certaine mesure, la science et, plus particulièrement, les scientifiques, face à un dilemme. D'un côté, il est impératif de produire des travaux de recherche scientifique de qualité : le critère majeur utilisé en la matière est le nombre d'articles publiés dans des revues spécialisées. Cet élément est déterminant pour la carrière des chercheurs, à l'université comme dans les organismes publics de recherche. Pourtant, de nombreux plans nationaux de développement insistent sur la nécessaire pertinence de la recherche. Ces deux impératifs sont, de toute évidence, importants pour promouvoir le développement et la compétitivité à l'international. Les pays les plus riches ont le loisir de réaliser des progrès dans le domaine de la science fondamentale et de se constituer un capital scientifique de plus en plus large et riche. Les pays à revenu faible, quant à eux, sont de plus en plus contraints de privilégier le critère de pertinence. Le défi pour ces pays sera donc de permettre à leurs scientifiques de faire carrière dans la recherche en combinant qualité et pertinence des travaux.

À l'heure actuelle, la plupart des politiques en Asie du Sud-Est et en Océanie sont orientées vers le développement durable et la gestion des conséquences du changement climatique. Seule l'Australie fait exception à cette tendance régionale. Dans une certaine mesure, cet engouement pour le développement durable s'explique probablement par les préoccupations actuelles de la communauté internationale et par l'adoption des objectifs de développement durable des Nations Unies prévue en septembre 2015. Les engagements mondiaux sont toutefois loin d'être la seule motivation. La montée du niveau des océans et les ouragans de plus en plus violents et fréquents constituent une menace pour la production agricole et la qualité de l'eau douce et, à ce titre, concernent directement la plupart des pays de la région. La collaboration internationale restera également une stratégie incontournable pour apporter une solution à ces problématiques locales.

OBJECTIFS PRINCIPAUX POUR L'ASIE DU SUD-EST ET L'OCÉANIE

- Atteindre une croissance moyenne de 12,7 % en Indonésie entre 2010 et 2025 pour faire du pays l'une des dix plus grandes économies du monde d'ici 2025 ;
- Porter les DIRD à 1 % du PIB en Thaïlande d'ici 2021, avec une contribution du secteur privé de 70 % ;
- Porter les DIRD à 3,5 % du PIB à Singapour d'ici 2015 (2,1 % en 2012) ;
- D'ici 2030, garantir que les 13 districts du Timor-Leste disposent d'au moins un hôpital et que la capitale Dili soit dotée d'un hôpital spécialisé ; couvrir au moins la moitié des besoins énergétiques du pays à l'aide de sources d'énergie renouvelables ;
- Augmenter la part des énergies renouvelables d'ici 2015-2016 dans les États insulaires du Pacifique suivants : Îles Cook, Nauru et Tonga (à 50 %), Fidji (à 90 %) et Samoa (à 10 %).

RÉFÉRENCES

AAS (2015) *The Importance of Advanced Physical and Mathematical Sciences to the Australian Economy.* Académie australienne des sciences : Canberra.

Asia Rice Foundation (2011) *Adaptation to Climate Variability in Rice Production*. Los Baños, Laguna (Philippines).

A*STAR (2011) *Science, Technology and Enterprise Plan 2015: Asia's Innovation Capital.* Singapour.

Banque mondiale (2014) *Enhancing Competitiveness in an Uncertain World.* Octobre. Groupe de la Banque mondiale : Washington.

Brown, D. (2014) *Viet Nam's Education System: Still under Construction*. East Asia Forum, octobre.

CHED (2013) *Higher Education Institutions.* Philippines. Commission des Philippines sur l'enseignement supérieur : Manille.

CRI (2010) *How to Enhance the Value of New Zealand's Investment in Crown Research Institutes*. Équipe spéciale des Instituts de recherche Crown. Voir www.msi.govt.nz.

De la Pena, F. T. et Taruno, W. P. (2012) *Study on the State of S&T Development in ASEAN.* Comité des sciences et des technologies de l'Association des nations de l'Asie du Sud-Est : Taguig City (Philippines).

EIU (2012) *Skilled Labour Shortfalls in Indonesia, the Philippines, Thailand and Viet Nam.* Rapport spécial pour le British Council. Economist Intelligence Unit : Londres.

ERIA (2014) *IPR Protection Pivotal to Myanmar's SME development and Innovation*. Communiqué de presse de l'Institut de recherche économique pour l'ANASE et l'Asie orientale. Voir www.eria.org

Gabrielson, C., Soares, T. et Ximenes, A. (2010) *Assessment of the State of Science Education in Timor Leste.* Ministère de l'éducation du Timor-Leste. *Voir* http://competence-program.asia.

Gouvernement de l'Australie (2014) *Australian Innovation System Report: 2014.* Ministère de l'industrie : Canberra.

Gouvernement de l'Indonésie (2011) *Acceleration and Expansion of Indonesia Economic Development 2011-2025.* Ministère de l'économie : Djakarta.

Gouvernement du Timor-Leste (2011) *Timor-Leste Strategic Development Plan: 2011-2030*. Présenté au Parlement national.

Hurst, D. (2015) China and Australia formally sign free trade agreement. *The Guardian*, 17 juin.

IRRI–DFID (2010) *Scuba Rice: Breeding Flood-tolerance into Asia's Local Mega Rice Varieties*. Étude de cas. Institut international de recherche sur le riz et Ministère britannique du développement international.

ISU (2014) *Higher Education in Asia: Expanding Out, Expanding Up*. Institut de statistique de l'UNESCO : Montréal.

Ives, M. (2012) *Science competes for attention in Myanmar reforms*. Voir www.scidev.net/global/science-diplomacy/feature/science-competes-for-attention-in-myanmar-s-reforms.html.

KOICA (2014) Cambodia National Science & Technology Master Plan 2014-2020. *KOICA Feature News,* octobre. Communiqué de l'Agence coréenne de coopération internationale.

Ministère du commerce, de l'innovation et de l'emploi (2013) *National Science Challenges Selection Criteria.* Ministère du commerce, de l'innovation et de l'emploi de Nouvelle-Zélande : Wellington.

Ministère de l'éducation, de la jeunesse et des sports (2010) *Policy on Research and Development in the Education Sector*. Réunion ministérielle, juillet. Ministère de l'éducation, de la jeunesse et des sports du Royaume du Cambodge : Phnom Penh.

Ministère de la science et de l'innovation (2012) *2012-2015 Statement of Intent*. Ministère de la science et de l'innovation de la Nouvelle-Zélande : Wellington.

Ministère de la science et de la technologie (2012) *The Strategy for Science and Technology Development for the 2011-2020 Period.* Ministère de la science et de la technologie de la République socialiste du Viet Nam. Hô-Chi-Minh-Ville.

NEDA (2011) *Philippines Development Plan 2011-2016 Results Matrices*. Autorité nationale de l'économie et du développement.

NRF (2012) *National Framework for Research, Innovation and Enterprise*. Fondation nationale pour la recherche : Singapour. Voir www.spfc.com.sgdf.

OCDE (2013) *Innovation in Southeast Asia*. Organisation de coopération et de développement économiques. OECD Publishing.

Voir http://dx.doi.org/10.1787/9789264128712-10-en.

Oey-Gardiner, M. et Sejahtera, I. H. (2011) *In Search of an Identity for the DRN. Final Report*. Commandé par AusAID.

Pearse-Smith, S. (2012) The impact of continued Mekong Basin hydropower development on local livelihoods. *Consilience: The Journal of Sustainable Development*, 7 (1) : p. 73-86.

Perkins, N. I. (2012) Global priorities, local context: a governance challenge, *SciDev.net*. Voir www.scidev.net/global/environment/nuclear/.

Pichet, D. (2014) *Innovation for Productive Capacity-building and Sustainable Development: Policy Frameworks, Instruments and Key Capabilities*. National Science Bureau national des politiques de STI, Thaïlande, présentation devant la CNUCED, mars.

Renz, I. R. (2014) Philippine experts divided over climate change action. *The Guardian*, 8 avril.

République socialiste du Viet Nam (2013) *Defining the functions, tasks, powers and organizational structure of Ministry of Science and Technology.* Décret no 20/2013/ND-CP. Hanoï.

Sugiyarto, G. et Agunias, D. R. (2014) *A 'Freer' Flow of Skilled Labour within ASEAN: Aspirations, Opportunities and Challenges in 2015 and Beyond.* Issue in Brief, no 11. Institut des politiques migratoires, Organisation internationale pour les migrations : Washington D. C.

Tim Turpin, né en 1945 au Canada, est titulaire d'un doctorat délivré par l'Université de La Trobe en Australie. Il est professeur adjoint à l'Université occidentale de Sydney, où il travaille comme spécialiste des politiques de recherche. Il est l'auteur de nombreuses publications sur l'Australie, la Chine et l'Asie du Sud-Est. Son travail est principalement axé sur les politiques technologiques, le droit de la propriété intellectuelle, l'évaluation et les entreprises industrielles.

Jing A. Zhang, née en 1969 en Chine, est titulaire d'un doctorat en gestion de l'innovation délivré par l'Université de Wollongong (Australie). Elle donne des conférences au sein du Département de management de l'Université d'Otago (Nouvelle-Zélande) depuis 2012.

Bessie M. Burgos, née en 1958 aux Philippines, est titulaire d'un doctorat en études scientifiques et technologiques de l'Université de Wollongong (Australie). Elle est directrice des programmes de recherche et développement au Centre régional d'études supérieures et de recherche agronomique d'Asie du Sud-Est (Philippines).

Wasantha Amaradasa, né en 1959 à Sri Lanka, est titulaire d'un doctorat en management délivré par l'Université de Wollongong en Australie. Il est maître de conférences au sein du Département de management de l'Université des Fidji. En 2008, le Docteur Amaradasa a fait partie du comité d'experts institué par la Commission nationale des sciences et des technologies pour préparer un avant-projet de politique nationale sur les sciences et la technologie à Sri Lanka.

REMERCIEMENTS

Les auteurs souhaitent remercier les personnes suivantes pour leur participation au recueil d'informations et de données sur les Philippines : Bernie S. Justimbaste, directeur du service de planification et d'évaluation du Département des sciences et des technologies (DOST), et Anita G. Tidon, spécialiste principale de la recherche scientifique et directrice d'unité au sein de la Division de recherche socio-économique (SERD) du Conseil philippin de recherche et développement sur les ressources agricoles, aquatiques et naturelles, lui-même rattaché au DOST.



Annexes

1. Composition des régions et des sous-régions

2. Glossaire

3. Annexe statistique

Annexe 1 : Composition des régions et des sous-régions

Groupements mentionnés au chapitre 1

PAYS PAR NIVEAU DE REVENU[1]

Économies à revenu élevé
Allemagne ; Antigua-et-Barbuda ; Arabie saoudite ; Australie ; Autriche ; Bahamas ; Bahreïn ; Barbade ; Belgique ; Brunéi Darussalam ; Canada ; Chili ; Chine (Hong Kong, SAR) ; Chine (Macao, SAR) ; Chypre ; Croatie ; Danemark ; Émirats arabes unis ; Espagne ; Estonie ; États-Unis d'Amérique ; Fédération de Russie ; Finlande ; France ; Grèce ; Guinée équatoriale ; Irlande ; Islande ; Israël ; Italie ; Japon ; Koweït ; Lettonie ; Liechtenstein ; Lituanie ; Luxembourg ; Malte ; Pays-Bas ; Nouvelle-Zélande ; Norvège ; Oman ; Pays-Bas ; Pologne ; Portugal ; Qatar ; République de Corée ; République tchèque ; Saint-Kitts-et-Nevis ; Singapour ; Slovaquie ; Slovénie ; Suède ; Suisse ; Trinité-et-Tobago ; Royaume-Uni ; Uruguay

Économies à revenu intermédiaire (tranche supérieure)
Afrique du Sud ; Albanie ; Algérie ; Angola ; Argentine ; Azerbaïdjan ; Bélarus ; Belize ; Bosnie-Herzégovine ; Botswana ; Brésil ; Bulgarie ; Chine ; Colombie ; Costa Rica ; Cuba ; Dominique ; Équateur ; ex-République yougoslave de Macédoine ; Fidji ; Gabon ; Grenade ; Hongrie ; Îles Marshall ; Iraq ; Jamaïque ; Jordanie ; Kazakhstan ; Liban ; Libye ; Malaisie ; Maldives ; Maurice ; Mexique ; Monténégro ; Namibie ; Palaos ; Panama ; Pérou ; République dominicaine ; République islamique d'Iran ; Roumanie ; Saint-Vincent-et-les-Grenadines ; Sainte-Lucie ; Serbie ; Seychelles ; Suriname ; Thaïlande ; Tonga ; Tunisie ; Turquie ; Turkménistan ; Tuvalu ; Venezuela

Économies à revenu intermédiaire (tranche inférieure)
Arménie ; Bhoutan ; Bolivie ; Cabo Verde ; Cameroun ; Congo ; Côte d'Ivoire ; Djibouti ; Égypte ; El Salvador ; Géorgie ; Ghana ; Guatemala ; Guyana ; Honduras ; Inde ; Indonésie ; Kiribati ; Kirghizistan ; Lesotho ; Mauritanie ; Micronésie ; Mongolie ; Maroc ; Nicaragua ; Nigéria ; Ouzbékistan ; Pakistan ; Palestine ; Papouasie-Nouvelle-Guinée ; Paraguay ; Philippines ; République arabe syrienne ; République de Moldova ; République démocratique populaire lao ; Samoa ; Sao Tomé-et-Principe ; Sénégal ; Îles Salomon ; Soudan du Sud ; Soudan ; Sri Lanka ; Swaziland ; Timor-Leste ; Ukraine ; Vanuatu ; Viet Nam ; Yémen ; Zambie

Économies à faible revenu
Afghanistan ; Bangladesh ; Bénin ; Burkina Faso ; Burundi ; Cambodge ; Comores ; Érythrée ; Éthiopie ; Gambie ; Guinée ; Guinée-Bissau ; Haïti ; Kenya ; Libéria ; Madagascar ; Malawi ; Mali ; Mozambique ; Myanmar ; Népal ; Niger ; Ouganda ; République centrafricaine ; République de Corée ; République démocratique du Congo ; Rwanda ; Sierra Leone ; Somalie ; Tadjikistan ; Tanzanie ; Tchad ; Togo ; Zimbabwe

1. Les groupements par niveau de revenu sont basés sur le « revenu national brut (RNB) par habitant de 2013 », calculé selon la méthode Atlas de la Banque mondiale, à partir du 1er mai 2015.

AMÉRIQUES

Amérique du Nord
Canada ; États-Unis d'Amérique

Amérique latine
Argentine ; Belize ; Bolivie ; Brésil ; Chili ; Colombie ; Costa Rica ; El Salvador ; Équateur ; Guatemala ; Guyana ; Honduras ; Mexique ; Nicaragua ; Panama ; Paraguay ; Pérou ; Suriname ; Uruguay ; Venezuela

Caraïbes
Antigua-et-Barbuda ; Bahamas ; Barbade ; Cuba ; Dominique ; Grenade ; Haïti ; Jamaïque ; République dominicaine ; Saint-Kitts-et-Nevis ; Sainte-Lucie ; Saint-Vincent-et-les-Grenadines ; Sainte-Lucie ; Trinité-et-Tobago

EUROPE

Union européenne
Allemagne ; Autriche ; Belgique ; Bulgarie ; Croatie ; Chypre ; Danemark ; Espagne ; Estonie ; Finlande ; France ; Grèce ; Hongrie ; Irlande ; Italie ; Lettonie ; Lituanie ; Luxembourg ; Malte ; Pays-Bas ; Pologne ; Portugal ; République tchèque ; Roumanie ; Royaume-Uni ; Slovaquie ; Slovénie ; Suède

Europe du Sud-Est
Albanie ; Bosnie-Herzégovine ; ex-République yougoslave de Macédoine ; Monténégro ; Serbie

Association européenne de libre-échange
Islande ; Liechtenstein ; Norvège ; Suisse

Europe (autres)
Bélarus ; Fédération de Russie ; République de Moldova ; Turquie ; Ukraine

AFRIQUE

Afrique subsaharienne
Afrique du Sud ; Angola ; Bénin ; Botswana ; Burkina Faso ; Burundi ; Cabo Verde ; Cameroun ; Comores ; Congo ; Côte d'Ivoire ; Djibouti ; Érythrée ; Éthiopie ; Gabon ; Gambie ; Ghana ; Guinée ; Guinée-Bissau ; Guinée équatoriale ; Kenya ; Lesotho ; Libéria ; Madagascar ; Malawi ; Mali ; Maurice ; Mozambique ; Namibie ; Niger ; Nigéria ; Ouganda ; République centrafricaine ; République démocratique du Congo ; Rwanda ; Sao Tomé-et-Principe ; Sénégal ; Seychelles ; Sierra Leone ; Somalie ; Soudan du Sud ; Swaziland ; Tchad ; Togo ; Tanzanie ; Zambie ; Zimbabwe

États arabes d'Afrique
Algérie ; Égypte ; Libye ; Maroc ; Mauritanie ; Soudan ; Tunisie

Annexe 1 : Composition des régions et des sous-régions

ASIE

Asie centrale
Kazakhstan ; Kirghizistan ; Mongolie ; Ouzbékistan ; Tadjikistan ; Turkménistan

États arabes d'Asie
Arabie saoudite ; Bahreïn ; Émirats arabes unis ; Iraq ; Jordanie ; Koweït ; Liban ; Oman ; Palestine ; Qatar ; République arabe syrienne ; Yémen

Asie de l'Ouest
Arménie ; Azerbaïdjan ; Géorgie ; Israël ; République islamique d'Iran

Asie du Sud
Afghanistan ; Bangladesh ; Bhoutan ; Inde ; Maldives ; Népal ; Pakistan ; Sri Lanka

Asie du Sud-Est
Brunéi Darussalam ; Cambodge ; Chine ; Chine (Hong Kong, SAR) ; Chine (Macao, SAR) ; Indonésie ; Japon ; Malaisie ; Myanmar ; Philippines ; République de Corée ; République démocratique populaire lao ; République populaire démocratique de Corée ; Singapour ; Thaïlande ; Timor-Leste ; Viet Nam

OCÉANIE

Australie ; Fidji ; Îles Cook ; Îles Marshall ; Îles Salomon ; Kiribati ; Micronésie ; Nauru ; Nioué ; Nouvelle-Zélande ; Palaos ; Papouasie-Nouvelle-Guinée ; Samoa ; Tonga ; Tuvalu ; Vanuatu

Pays les moins avancés[2]
Afghanistan ; Angola ; Bangladesh ; Bénin ; Bhoutan ; Burkina Faso ; Burundi ; Cambodge ; Comores ; Djibouti ; Érythrée ; Éthiopie ; Gambie ; Guinée ; Guinée-Bissau ; Guinée équatoriale ; Haïti ; Kiribati ; Îles Salomon ; Lesotho ; Libéria ; Madagascar ; Malawi ; Mali ; Mauritanie ; Mozambique ; Myanmar ; Népal ; Niger ; Ouganda ; République centrafricaine ; République démocratique du Congo ; République démocratique populaire lao ; Rwanda ; Sao Tomé-et-Principe ; Sénégal ; Sierra Leone ; Somalie ; Soudan ; Soudan du Sud ; Tanzanie ; Tchad ; Timor-Leste ; Togo ; Tuvalu ; Vanuatu ; Yémen ; Zambie

États arabes
Algérie ; Arabie saoudite ; Bahreïn ; Égypte ; Émirats arabes unis ; Iraq ; Jordanie ; Koweït ; Liban ; Libye ; Mauritanie ; Maroc ; Oman ; Palestine ; Qatar ; République arabe syrienne ; Soudan ; Tunisie ; Yémen

2. Selon la classification type de la Division de statistique des Nations Unies, à partir de mai 2015 : http://unstats.un.org/unsd/methods/m49/m49regin.htm.

OCDE

Allemagne ; Australie ; Autriche ; Belgique ; Canada ; Chili ; Danemark ; Espagne ; Estonie ; États-Unis d'Amérique ; Finlande ; France ; Grèce ; Hongrie ; Irlande ; Islande ; Israël ; Italie ; Japon ; Luxembourg ; Mexique ; Nouvelle-Zélande ; Norvège ; Pays-Bas ; Pologne ; Portugal ; République de Corée ; République tchèque ; Royaume-Uni ; Slovaquie ; Slovénie ; Suède ; Suisse ; Turquie

G20

Afrique du Sud ; Allemagne ; Arabie saoudite ; Argentine ; Australie ; Brésil ; Canada ; Chine ; États-Unis d'Amérique ; Fédération de Russie ; France ; Inde ; Indonésie ; Italie ; Japon ; Mexique ; République de Corée ; Royaume-Uni ; Turquie ; Union européenne

Groupements mentionnés ailleurs dans le rapport *(par ordre alphabétique)*

Association de coopération économique Asie-Pacifique (APEC)
Australie ; Brunéi Darussalam ; Canada ; Chili ; Chine (Hong Kong) ; Chine (Taiwan) ; États-Unis d'Amérique ; Fédération de Russie ; Indonésie ; Japon ; Malaisie ; Mexique ; Nouvelle-Zélande ; Papouasie-Nouvelle-Guinée ; Pérou ; Philippines ; République de Corée ; République populaire de Chine ; Singapour ; Thaïlande ; Viet Nam

Association de coopération régionale des pays du pourtour de l'océan Indien (IOR-ARC)
Afrique du Sud ; Australie ; Bangladesh ; Émirats arabes unis ; Inde ; Indonésie ; Iran ; Kenya ; Madagascar ; Malaisie ; Maurice ; Mozambique ; Oman ; Singapour ; Sri Lanka ; Tanzanie ; Thaïlande ; Yémen

Association des nations de l'Asie du Sud-Est (ANASE)
Brunéi Darussalam ; Cambodge ; Indonésie ; Malaisie ; Myanmar ; Philippines ; République démocratique populaire lao ; Singapour ; Thaïlande ; Viet Nam

Autorité intergouvernementale pour le développement (IGAD)
Djibouti ; Érythrée ; Éthiopie ; Kenya ; Ouganda ; Somalie ; Soudan ; Soudan du Sud

Bassin du Mékong
Cambodge ; Myanmar ; République démocratique populaire lao ; République populaire de Chine ; Thaïlande ; Viet Nam

Communauté d'Afrique de l'Est (CAE)
Burundi ; Kenya ; Ouganda ; Rwanda ; Tanzanie

Communauté de développement de l'Afrique australe (SADC)
Afrique du Sud ; Angola ; Botswana ; Lesotho ; Madagascar ; Malawi ; Maurice ; Mozambique ; Namibie ; République démocratique du Congo ; République-Unie de Tanzanie ; Seychelles ; Swaziland ; Zambie ; Zimbabwe

Communauté économique des États de l'Afrique centrale (CEEAC)
Angola ; Burundi ; Cameroun ; Guinée équatoriale ; Gabon ; République centrafricaine ; République démocratique du Congo ; République du Congo ; Sao Tomé-et-Principe ; Tchad

Communauté économique des États de l'Afrique de l'Ouest (CEDEAO)
Bénin ; Burkina Faso ; Cabo Verde ; Côte d'Ivoire ; Gambie ; Ghana ; Guinée ; Guinée-Bissau ; Libéria ; Mali ; Niger ; Nigéria ; Sénégal ; Sierra Leone ; Togo

Communauté économique et monétaire de l'Afrique centrale (CEMAC)
Cameroun ; Gabon ; Guinée équatoriale ; République centrafricaine ; République du Congo ; Tchad

Coopération économique régionale pour l'Asie centrale (CAREC)
Afghanistan ; Azerbaïdjan ; Chine ; Kazakhstan ; Kirghizistan ; Mongolie ; Ouzbékistan ; Pakistan ; Tadjikistan ; Turkménistan

Forum des îles du Pacifique
Australie ; États fédérés de Micronésie ; Fidji ; Îles Cook ; Îles Salomon ; Kiribati ; Nauru ; Nioué ; Nouvelle-Zélande ; Palaos ; Papouasie-Nouvelle-Guinée ; République des Îles Marshall ; Samoa ; Tonga ; Tuvalu ; Vanuatu

Marché commun de l'Afrique de l'Est et de l'Afrique australe (COMESA)
Burundi ; Comores ; Djibouti ; Égypte ; Érythrée ; Éthiopie ; Kenya ; Libye ; Madagascar ; Malawi ; Maurice ; Ouganda ; République démocratique du Congo ; Rwanda ; Seychelles ; Soudan ; Swaziland ; Zambie ; Zimbabwe

Marché commun des Caraïbes (CARICOM)
Antigua-et-Barbuda ; Bahamas ; Barbade ; Belize ; Dominique ; Grenade ; Guyana ; Haïti ; Jamaïque ; Montserrat ; République dominicaine ; Saint Kitts-et-Nevis ; Saint-Vincent-et- les-Grenadines ; Sainte-Lucie ; Suriname ; Trinité-et-Tobago

Marché commun du Sud (MERCOSUR)
Argentine ; Brésil ; Paraguay ; Uruguay ; Venezuela

Organisation de la Conférence islamique (OCI)
Afghanistan ; Albanie ; Algérie ; Arabie saoudite ; Azerbaïdjan ; Bahreïn ; Bangladesh ; Bénin ; Brunéi Darussalam ; Burkina Faso ; Cameroun ; Comores ; Côte d'Ivoire ; Djibouti ; Égypte ; Émirats arabes unis ; Gabon ; Gambie ; Guinée ; Guinée-Bissau ; Guyana ; Indonésie ; Iran ; Iraq ; Kazakhstan ; Koweït ; Jordanie ; Kazakhstan ; Liban ; Libye ; Malaisie ; Maldives ; Mali ; Maroc ; Mauritanie ; Mozambique ; Niger ; Nigéria ; Oman ; Ouganda ; Ouzbékistan ; Pakistan ; Palestine ; Qatar ; République arabe syrienne ; Sénégal ; Sierra Leone ; Somalie ; Soudan ; Suriname ; Tadjikistan ; Tchad ; Togo ; Tunisie ; Turkménistan ; Turquie ; Yémen

Organisation de coopération économique
Afghanistan ; Azerbaïdjan ; Iran ; Kazakhstan ; Kirghizistan ; Ouzbékistan; Pakistan ; Tadjikistan ; Turkménistan

Organisation de coopération économique de la mer Noire (OCEMN)
Albanie ; Arménie ; Azerbaïdjan ; Bulgarie ; Fédération de Russie ; Géorgie ; Grèce ; République de Moldova ; Roumanie ; Serbie ; Turquie ; Ukraine

Organisation des États américains (OEA)
Antigua-et-Barbuda ; Argentine ; Bahamas ; Barbade ; Belize ; Bolivie ; Brésil ; Canada ; Chili ; Colombie ; Costa Rica ; Cuba ; Dominique ; El Salvador ; Équateur ; États-Unis d'Amérique ; Grenade ; Guatemala ; Guyana ; Haïti ; Honduras ; Jamaïque ; Mexique ; Nicaragua ; Panama ; Paraguay ; Pérou ; République dominicaine ; Saint-Kitts-et-Nevis ; Saint-Vincent-et-les Grenadines ; Sainte-Lucie ; Suriname ; Trinité-et-Tobago ; Uruguay ; Venezuela

Organisation mondiale du commerce (OMC)
Afrique du Sud ; Albanie ; Allemagne ; Andorre ; Angola ; Antigua-et-Barbuda ; Arabie saoudite ; Argentine ; Arménie ; Australie ; Autriche ; Azerbaïdjan ; Bahreïn ; Bangladesh ; Barbade ; Bélarus ; Belgique ; Belize ; Bénin ; Bolivie ; Bosnie-Herzégovine ; Botswana ; Brésil ; Brunéi Darussalam ; Bulgarie ; Burkina Faso ; Burundi ; Canada ; Cabo Verde ; Cambodge ; Chili ; Chine ; Chine (Hong Kong) ; Chine (Macao) ; Chine (Taiwan) ; Chypre ; Colombie ; Costa Rica ; Côte d'Ivoire ; Croatie ; Cuba ; Danemark ; Djibouti ; Dominique ; Égypte ; El Salvador ; Émirats arabes unis ; Équateur ; Espagne ; Estonie ; États-Unis d'Amérique ; ex-République yougoslave de Macédoine ; Fédération de Russie ; Fidji ; Finlande ; France ; Gabon ; Gambie ; Géorgie ; Ghana ; Grèce ; Grenade ; Guatemala ; Guinée ; Guinée-Bissau ; Haïti ; Honduras ; Hongrie ; Îles Salomon ; Islande ; Inde ; Irlande ; Israël ; Italie ; Jamaïque ; Japon ; Jordanie ; Kazakhstan ; Kenya ; Kirghizistan ; Koweït ; Lesotho ; Lettonie ; Liechtenstein ; Lituanie ; Luxembourg ; Madagascar ; Malawi ; Malaisie ; Maldives ; Malte ; Maroc ; Maurice ; Mauritanie ; Mexique ; Monaco ; Mongolie ;

Monténégro ; Mozambique ; Myanmar ; Namibie ; Népal ; Nicaragua ; Niger ; Nigéria ; Norvège ; Nouvelle-Zélande ; Oman ; Ouganda ; Ouzbékistan ; Pakistan ; Panama ; Papouasie-Nouvelle-Guinée ; Paraguay ; Pays-Bas ; Pérou ; Philippines ; Pologne ; Portugal ; Qatar ; République centrafricaine ; République de Corée ; République de Moldova ; République démocratique du Congo ; République démocratique populaire lao ; République dominicaine ; République du Congo ; République tchèque ; République-Unie de Tanzanie ; Roumanie ; Royaume-Uni de Grande-Bretagne et d'Irlande du Nord ; Rwanda ; Saint-Kitts-et-Nevis ; Saint-Marin ; Saint-Vincent-et-les Grenadines ; Sainte-Lucie ; Samoa ; Sénégal ; Serbie ; Sierra Leone ; Singapour ; Slovaquie ; Slovénie ; Saint-Siège ; Sri Lanka ; Suède ; Suisse ; Suriname ; Swaziland ; Tadjikistan ; Tchad ; Thaïlande ; Togo ; Tonga ; Trinité-et-Tobago ; Tunisie ; Turkménistan ; Turquie ; Ukraine ; Uruguay ; Vanuatu ; Venezuela ; Viet Nam ; Yémen ; Zambie ; Zimbabwes

Organisation pour la sécurité et la coopération en Europe (OSCE)
Albanie ; Allemagne ; Andorre ; Arménie ; Autriche ; Azerbaïdjan ; Bélarus ; Belgique ; Bosnie-Herzégovine ; Bulgarie ; Canada ; Chypre ; Croatie ; Danemark ; Espagne ; Estonie ; États-Unis d'Amérique ; ex-République yougoslave de Macédoine ; Fédération de Russie ; Finlande ; France ; Géorgie ; Grèce ; Hongrie ; Irlande ; Islande ; Italie ; Kazakhstan ; Kirghizistan ; Lettonie ; Liechtenstein ; Lituanie ; Luxembourg ; Malte ; Monaco ; Mongolie ; Monténégro ; Norvège ; Ouzbékistan ; Pays Bas ; Pologne ; Portugal ; République de Moldova ; République tchèque ; Roumanie ; Royaume-Uni de Grande-Bretagne et d'Irlande du Nord ; Saint-Siège ; San Marino ; Serbie ; Slovaquie ; Slovénie ; Suède ; Suisse ; Tadjikistan ; Turkménistan ; Turquie ; Ukraine

Organisation de Shanghai pour la coopération
Chine ; Fédération de Russie ; Kazakhstan ; Kirghizistan ; Ouzbékistan ; Tadjikistan ; Turkménistan

Organisation du traité de l'Atlantique Nord (OTAN)
Albanie ; Allemagne ; Bulgarie ; Belgique ; Canada ; Croatie ; Danemark ; Espagne ; Estonie ; États-Unis d'Amérique ; France ; Grèce ; Hongrie ; Islande ; Italie ; Lettonie ; Lituanie ; Luxembourg ; Norvège ; Pays-Bas ; Pologne ; Portugal ; République tchèque ; Roumanie ; Royaume-Uni ; Slovaquie ; Slovénie ; Turquie

Secrétariat général de la Communauté du Pacifique (CPS)
Samoa américaines ; États fédérés de Micronésie ; Fidji ; Guam ; Îles Cook ; Îles Mariannes du Nord ; Îles Marshall ; Îles Pitcairn ; Îles Salomon ; Kiribati ; Nauru ; Nioué ; Nouvelle-Calédonie ; Palaos ; Papouasie-Nouvelle-Guinée ; Polynésie française ; Samoa ; Tokélaou ; Tonga ; Tuvalu ; Vanuatu ; Wallis-et-Futuna

Tigres asiatiques *(groupement des auteurs au chapitre 2)*
Chine (Hong Kong) ; Chine (Taiwan) ; Indonésie ; Malaisie ; Philippines ; République de Corée ; Singapour ; Thaïlande ; Viet Nam

Union économique eurasienne
Arménie ; Bélarus ; Fédération de Russie ; Kazakhstan ; entrée en vigueur de l'adhésion du Kirghizistan prévue pour mai 2015

Union économique et monétaire ouest-africaine (UEMOA)
Bénin ; Burkina Faso ; Côte d'Ivoire ; Guinée-Bissau ; Mali ; Niger ; Sénégal ; Togo

Union du Maghreb arabe
Algérie ; Libye ; Maroc ; Mauritanie ; Tunisie

Union des nations sud-américaines (UNASUR)
Argentine ; Bolivie ; Brésil ; Chili ; Colombie ; Équateur ; Guyana ; Paraguay ; Pérou ; Suriname ; Uruguay ; Venezuela

Annexe 2 : Glossaire

Accélérateur d'entreprises
Modèle qui permet aux start-up d'accéder à des formations, des locaux, des services d'accompagnement et des partenaires. Les accélérateurs investissent dans les startup qu'ils accueillent, contrairement aux incubateurs d'entreprises (voir plus bas).

Activités d'innovation
Toutes les opérations scientifiques, technologiques, organisationnelles, financières et commerciales qui conduisent effectivement ou qui ont pour but de conduire à la mise en œuvre des innovations. Certaines de ces activités sont elles-mêmes innovantes, tandis que d'autres ne sont pas nouvelles mais nécessaires à la mise en œuvre d'innovations. Les activités d'innovation incluent également la R&D qui n'est pas liée directement au développement d'une innovation particulière.

Chercheurs
Spécialistes travaillant à la conception ou à la création de connaissances, de produits, de procédés, de méthodes et de systèmes nouveaux et à la gestion des projets concernés.

Citations de brevet et de littérature non-brevet
Références contenues dans le rapport de recherche qui sont utilisées pour évaluer la brevetabilité d'une invention et permettent de juger de la légitimité des revendications d'une nouvelle demande de brevet. Elles font référence à l'état de la technique, donnent des indications sur les connaissances préexistantes et peuvent aussi être invoquées pour démontrer le défaut de nouveauté de l'invention. Elles permettent aussi de préciser les limites juridiques des revendications du brevet en question. Elles remplissent par conséquent une fonction juridique importante, en ce qu'elles déterminent la portée des droits de propriété couverts par le brevet.

Dépenses courantes (*pour les données de R&D*)
Les dépenses courantes *(pour les données de R&D)* sont constituées des coûts salariaux et des autres dépenses courantes. Les coûts salariaux de R&D comprennent les salaires et traitements annuels et tous les frais connexes de personnel ou avantages divers. Les autres dépenses courantes comprennent les frais d'achat de matériaux, fournitures et équipements qui ne font pas partie des dépenses d'investissement et qui sont destinés à étayer les travaux de R&D.

Dépenses d'investissement (*pour les données de R&D*)
Dépenses annuelles brutes en capital fixe utilisé dans les programmes de R&D des unités statistiques. Elles doivent être déclarées intégralement pour la période dans laquelle elles ont eu lieu et ne doivent pas être comptabilisées comme un élément d'amortissement.

Dépenses intérieures brutes de R&D (DIRD)
Toutes les dépenses de R&D réalisées au sein d'une unité statistique ou d'un secteur de l'économie nationale pendant une période donnée, quelle que soit l'origine des fonds.

Dépenses publiques dans l'enseignement supérieur en pourcentage du PIB
Total général des dépenses des administrations publiques (locales, régionales et centrales) pour l'enseignement supérieur (dépenses courantes, en capital et transferts), exprimées en pourcentage du PIB. Elles comprennent les dépenses financées par les transferts au gouvernement provenant de sources internationales.

DIRD en pourcentage du produit intérieur brut (PIB)
Les dépenses intérieures brutes de R&D (DIRD) en pourcentage du PIB représentent le montant total intra-muros des dépenses de R&D exécutées sur un territoire national ou dans une région au cours d'une année donnée, exprimé en pourcentage du PIB du territoire national ou de la région.

Domaines d'études
La Classification internationale type de l'éducation 1997 distingue les domaines suivants : **sciences** (sciences de la vie ; sciences physiques ; mathématiques et statistiques ; sciences informatiques) ; **ingénierie, industries de transformation et production** (ingénierie et techniques apparentées ; industries de transformation et de traitement ; architecture et bâtiment) ; **agriculture** (agriculture, sylviculture et halieutique ; sciences vétérinaires) ; **santé et protection sociale** (santé [médecine ; services médicaux ; soins infirmiers ; services dentaires] ; services sociaux [protection sociale ; travail social]).

Domaines scientifiques et technologiques
La Classification révisée des domaines scientifiques et technologiques de l'OCDE (2007) distingue les domaines suivants : **sciences exactes et naturelles** (mathématiques ; informatique et science de l'information ; sciences physiques ; sciences chimiques ; sciences de la Terre et sciences connexes de l'environnement ; sciences biologiques ; autres sciences naturelles) ; **sciences de l'ingénieur et technologiques** (génie civil ; génie électrique, électronique, ingénierie informationnelle ; génie mécanique ; génie chimique ; génie des matériaux ; ingénierie médicale ; génie de l'environnement ; biotechnologie environnementale ; biotechnologie industrielle ; nanotechnologies ; autres domaines techniques et technologiques) ; **sciences médicales et sanitaires** (médecine fondamentale ; médecine clinique ; sciences sanitaires ; biotechnologie médicale ; autres sciences médicales) ; **sciences agricoles** (agriculture, sylviculture et pêche ; zootechnie et science laitière ; sciences vétérinaires ; biotechnologie agricole) ; **sciences sociales** (psychologie ; économie et administration des entreprises ; sciences de l'éducation ; sociologie ; droit ; sciences politiques ; géographie sociale et économique ; médias et communication) ; **sciences humaines** (histoire et archéologie ; langues et littérature ; philosophie, morale et religion ; arts).

Entreprises ayant des activités d'innovation avortées ou en cours
Entreprises qui, sans avoir forcément mis en œuvre des innovations, ont mené ou mènent des activités d'innovation dans le but de les développer. Sauf indication contraire, ce

terme couvre l'innovation de produit ou de procédé, indépendamment de l'innovation organisationnelle ou de commercialisation.

Entreprises ayant des activités innovantes
Entreprises qui ont mené des activités d'innovation au cours de la période d'observation, que celles-ci aient débouché ou non sur la mise en œuvre d'une innovation. Sauf indication contraire, ce terme couvre l'innovation de produit ou de procédé, indépendamment de l'innovation organisationnelle ou de commercialisation.

Entreprises innovantes
Entreprises qui ont mis en œuvre une innovation. Sauf indication contraire, ce terme est utilisé pour faire référence aux entreprises innovantes en termes de produit ou de procédé.

Équivalent temps plein (*pour les données de R&D*)
Un indicateur du volume réel des ressources humaines consacrées à la R&D et qui est surtout utile à des fins de comparaisons internationales. L'équivalence temps plein peut être assimilée à une année de travail d'une personne. Ainsi celui ou celle qui consacre normalement 30 % de son temps à la R&D et le reste à d'autres activités (enseignement, administration universitaire et orientation, par exemple) ne représente que 0,3 ETP. De même, le travailleur de R&D à plein temps employé dans une unité de R&D pendant six mois seulement ne représente que 0,5 ETP.

État de droit
Principe juridique supposant qu'une nation doit être gouvernée par le droit plutôt que par les décisions arbitraires de fonctionnaires gouvernementaux individuels.

Évaluation ex post
Ce type d'évaluation permet de jauger la pertinence, l'efficacité, l'impact et la viabilité d'un projet terminé, sur la base de critères internationaux.

Famille de brevets
Ensemble de brevets déposés dans plusieurs pays pour protéger la même invention. Un inventeur cherchant à protéger son invention dépose généralement une première demande (priorité) dans son pays de résidence. Il dispose ensuite d'un délai légal de 12 mois pour demander ou non la protection de l'invention originale dans d'autres pays. Les familles de brevets, par opposition aux brevets simples, ont pour vocation d'améliorer la comparabilité au niveau international : l'avantage au pays d'origine est supprimé et les valeurs des brevets sont homogènes.

Famille de brevets triadiques
Ensemble de brevets déposés auprès de l'Office européen des brevets (OEB) et de l'Office japonais des brevets (JPO) et délivrés par l'Office des brevets et des marques des États-Unis (USPTO), qui ont en commun une ou plusieurs priorités. Les familles de brevets triadiques sont consolidées pour éviter que les brevets déposés par une même personne et pour une même invention auprès de différents bureaux soient comptabilisés deux fois.

Formation brute de capital fixe
Comprend l'investissement dans les améliorations foncières (clôtures, fossés, canalisations, etc.) ; l'achat d'usines, de machines et d'équipements ; la construction de routes, de voies ferrées et autres, y compris de bâtiments commerciaux et industriels, de bureaux, d'écoles, d'hôpitaux et de résidences privées, sans tenir compte de l'amortissement des actifs.

Incubateur d'entreprises
Modèle qui permet aux start-up d'accéder à des formations, des locaux, des services d'accompagnement et des partenaires. Les incubateurs n'investissent pas dans les start-up qu'ils accueillent, contrairement aux accélérateurs d'entreprises (voir plus haut).

Indice de Gini
Permet d'évaluer dans quelle mesure la répartition des revenus (ou, dans certains cas, les dépenses de consommation) entre les individus ou les ménages au sein d'une économie s'écarte d'une répartition parfaitement égale. Un indice de Gini égal à zéro représente une égalité parfaite, tandis qu'un indice de 100 correspond à une inégalité maximale. Les sociétés relativement égalitaires présentent généralement un indice proche de 30, tandis que les sociétés très inégales ont un indice supérieur à 40.

Indice de l'économie du savoir (KEI)
Ensemble mixte d'indicateurs reposant sur : les incitations proposées par les secteurs économique et institutionnel afin de favoriser une utilisation efficace des connaissances acquises et des nouveaux savoirs et de promouvoir l'entrepreneuriat ; le niveau d'instruction et de compétences de la population ; un écosystème de l'innovation efficace composé d'entreprises, de centres de recherche, d'universités et d'autres organisations ; les technologies de l'information et de la communication.

Indice des connaissances (KI)
Ensemble mixte d'indicateurs reposant sur : le niveau d'instruction et de compétences de la population ; un écosystème de l'innovation efficace composé d'entreprises, de centres de recherche, d'universités et d'autres organisations ; les technologies de l'information et de la communication.

Indice mondial de compétitivité
Outil développé par le Forum économique mondial pour classer les pays selon trois types d'attributs : les « *exigences fondamentales* » englobent les institutions, les infrastructures, la stabilité macro-économique, la santé et l'enseignement primaire ; les « *facteurs d'amélioration de l'efficacité* » comprennent l'enseignement supérieur et la formation, l'efficacité du marché du travail, la complexité du marché financier, la taille du marché

et la maturité technologique ; les facteurs « *innovation et modernité* » couvrent quant à eux la complexité des modèles commerciaux et l'innovation.

Innovation
Mise en œuvre d'un produit (bien ou service) ou d'un procédé nouveau ou sensiblement amélioré, d'une nouvelle méthode de commercialisation ou d'une nouvelle méthode organisationnelle dans les pratiques, l'organisation du lieu de travail ou les relations extérieures d'une entreprise.

Innovation de commercialisation
Mise en œuvre d'une nouvelle méthode de commercialisation impliquant des changements significatifs de la conception ou du conditionnement, du placement, de la promotion ou de la tarification d'un produit.

Innovation de procédé
Mise en œuvre d'une méthode de production ou de distribution nouvelle ou sensiblement améliorée. Ceci inclut des changements significatifs dans les techniques, le matériel et/ou le logiciel.

Innovation de produit
Mise en œuvre d'un bien ou d'un service nouveau ou sensiblement amélioré sur le plan de ses caractéristiques ou de l'usage auquel il est destiné. Ceci inclut les améliorations significatives des caractéristiques techniques, des composants et des matériaux, des logiciels intégrés, de la convivialité ou d'autres caractéristiques fonctionnelles.

Innovation de rupture
Start-up dynamiques pouvant travailler sur des innovations susceptibles de créer de nouveaux marchés et de révolutionner le modèle économique de leurs concurrents plus établis, y compris de grandes entreprises. Celles-ci choisissent de plus en plus de soutenir les start-up par le biais d'accélérateurs et d'incubateurs d'entreprises (voir les entrées correspondantes), cette approche étant souvent plus rentable que l'acquisition d'une nouvelle technologie. Cela leur permet également de se faire une idée de l'avenir de leur marché et de désamorcer les innovations de rupture. Parmi les entreprises ayant investi dans des accélérateurs et incubateurs de ces start-up figurent Allianz, Google, LinkedIn, Microsoft, Samsung, Starbucks, Telefonica et Turner.

Innovation organisationnelle
Mise en œuvre d'une nouvelle méthode organisationnelle dans les pratiques, l'organisation du lieu de travail ou les relations extérieures d'une entreprise

Investissement dans des friches industrielles
Acquisition d'un site existant utilisé à des fins commerciales, par exemple une usine, un aéroport, une centrale électrique ou une aciérie, afin de développer l'entreprise ou de moderniser les installations et d'améliorer de ce fait le retour sur investissement (voir également : investissement en installations nouvelles).

Investissement en installations nouvelles
Investissement dans un nouveau site utilisé à des fins commerciales, par exemple une usine, un aéroport, une centrale électrique ou une aciérie. Une société mère peut construire de nouvelles installations dans le pays d'origine ou dans un autre pays. Les pouvoirs publics peuvent proposer des mesures (allègements fiscaux, subventions, etc.) incitant les entreprises intéressées à investir dans de nouvelles installations. Outre des infrastructures, la plupart des sociétés mères créent en effet des emplois dans le pays cible (voir également : investissement dans des friches industrielles).

Parité entre les sexes
Concept purement numérique. Dans le contexte des statistiques de R&D, la parité entre les sexes est atteinte lorsque les femmes représentent entre 45 % et 55 % du nombre total de chercheurs.

Dans l'éducation, cela veut dire que la même proportion de garçons et de filles (par rapport à leurs groupes d'âge respectifs) est scolarisée et participe aux différents cycles d'enseignement.

Parités de pouvoir d'achat (PPA)
Une fois convertie en dollars des États-Unis au taux de parité de pouvoir d'achat, une somme d'argent donnée permet d'acheter le même panier de biens et services dans tous les pays. Cette conversion permet de faciliter les comparaisons internationales.

Personnel de R&D
Le personnel de R&D regroupe toutes les personnes directement affectées à la R&D, ainsi que les personnes fournissant un soutien direct aux travaux de R&D comme les cadres, les administrateurs et le personnel de bureau. Les personnes fournissant un soutien indirect comme le personnel de restauration et le personnel de sécurité sont exclues. Le personnel de R&D peut être classé par profession (afin de faciliter les comparaisons internationales) ou par niveau de qualification formelle.

Personnes physiques (*pour les données de R&D***)**
Le nombre total de personnes engagées dans la R&D, sans égard à l'intensité de leur engagement. Ce nombre inclut le personnel employé à « temps plein » ou à « temps partiel ». Ces données permettent d'établir des liens avec d'autres séries de données telles que les données sur l'enseignement ou sur l'emploi, ou avec les résultats des recensements de la population. Elles servent également à calculer les indicateurs d'âge, de sexe et de lieu d'origine de la main-d'œuvre en R&D.

Produit intérieur brut (PIB)
Somme des valeurs ajoutées brutes des biens et des services produits dans un pays donné par l'ensemble des personnes qui y résident, y compris les services de distribution et de transport, en plus de toutes les taxes imposées sur les produits et services, moins toutes les subventions non comprises dans la valeur des produits.

Annexe 2 : Glossaire

Recherche et développement expérimental (R&D)
Le terme R&D recouvre trois activités : la recherche fondamentale, la recherche appliquée et le développement expérimental. La R&D comprend à la fois la R&D formelle des unités de R&D et la R&D informelle et occasionnelle d'autres unités.

Secteur commercial (*pour les données de R&D*)
Le secteur commercial comprend : toutes les entreprises, organisations et institutions dont l'activité première est la production marchande de biens ou services (autres que d'enseignement supérieur) en vue de leur vente au public, à un prix économiquement significatif ; les institutions privées à but non lucratif principalement au service de ces entreprises.

Secteur de l'enseignement supérieur (*pour les données de R&D*)
Le secteur de l'enseignement supérieur (*pour les données de R&D*) comprend : les universités, les instituts universitaires de technologie et autres institutions offrant un enseignement postsecondaire, sans égard à leur source de financement ou leur statut juridique ; tous les instituts de recherche, les stations expérimentales et les cliniques contrôlés ou administrés par des institutions d'enseignement supérieur ou associés à celles-ci.

Secteur privé à but non lucratif (*pour les données de R&D*)
Le secteur privé à but non lucratif comprend : les institutions privées à but non lucratif non marchandes au service des ménages (c'est-à-dire du public) ; les simples particuliers ou les ménages.

Secteur public (*pour les données de R&D*)
Le secteur public (*pour les données de R&D*) comprend : tous les ministères, bureaux et autres organismes qui fournissent, sans normalement les vendre, des services collectifs (autres que d'enseignement supérieur) qu'il n'est pas possible d'assurer de façon pratique et économique par d'autres moyens et qui, de surcroît, administrent les affaires publiques et appliquent la politique économique et sociale de la collectivité (les entreprises publiques sont comprises dans le secteur des entreprises) ; les institutions à but non lucratif contrôlées et principalement financées par l'État, à l'exclusion de celles qui sont administrées par le secteur de l'enseignement supérieur.

Services scientifiques et technologiques
Activités liées à la recherche et au développement expérimental (voir plus haut), qui contribuent à la production, à la diffusion et à l'application des connaissances scientifiques et techniques.

Sources d'information pour les activités d'innovation
Sources ayant fourni des informations sur de nouveaux projets d'innovation ou ayant contribué à la réalisation de projets d'innovation existants. Elles donnent accès à des connaissances sans avoir à payer pour les connaissances elles-mêmes, bien qu'il puisse y avoir des frais marginaux d'accès (adhésion à des associations commerciales, participation à des conférences, abonnements à des revues).

Syndrome hollandais
Terme économique décrivant la relation de cause à effet entre l'explosion des ressources et le déclin de l'industrie manufacturière. Ce terme a été inventé en 1977 par *The Economist* pour décrire le déclin du secteur manufacturier aux Pays-Bas après la découverte d'un vaste gisement de gaz naturel en 1959. L'explosion des ressources alimente la demande de main-d'œuvre, déplaçant la production vers le secteur en développement, par exemple les hydrocarbures ou les minerais, au détriment de l'industrie manufacturière. En découle une appréciation du change qui porte préjudice à la production destinée à l'exportation.

Tableau de bord de l'Union de l'innovation
Outil utilisé par l'Union européenne (UE) pour suivre les performances annuelles des États membres et des pays européens ayant le statut de préadhésion. Sur la base de 25 indicateurs, les pays sont répartis en quatre catégories : les champions de l'innovation (dont les résultats en matière d'innovation sont nettement supérieurs à la moyenne de l'UE) ; les suiveurs de l'innovation (dont les résultats sont supérieurs ou proches de la moyenne) ; les innovateurs modérés (aux résultats inférieurs à la moyenne) ; les innovateurs modestes (aux résultats nettement inférieurs à la moyenne).

Taux brut de scolarisation
Nombre d'élèves ou d'étudiants scolarisés ou inscrits dans un niveau d'enseignement donné, quel que soit leur âge, exprimé en pourcentage de la population de la tranche d'âge théorique qui correspond à ce niveau d'enseignement. Pour l'enseignement supérieur, la population utilisée est celle des cinq années consécutives commençant par l'âge de fin du cycle secondaire.


71.98
3041.05
2988.88



3 : Annexe statistique

Tableau S1 : Indicateurs socioéconomiques (plusieurs années)

Tableau S2 : Dépenses de R&D par secteur d'activité et source de financement, 2009 et 2013 (%)

Tableau S3 : Dépenses de R&D en pourcentage du PIB et en dollars en parité de pouvoir d'achat (PPA), 2009-2013

Tableau S4 : Dépenses publiques en faveur de l'enseignement supérieur, 2008 et 2013

Tableau S5 : Diplômés de l'enseignement supérieur, 2008 et 2013, et diplômés en sciences, sciences de l'ingénieur, agriculture et santé, 2013

Tableau S6 : Nombre total de chercheurs et chercheurs par million d'habitants, 2009 et 2013

Tableau S7 : Part des chercheurs par domaine scientifique, 2013 ou année la plus proche (%)

Tableau S8 : Publications scientifiques par pays, 2005-2014

Tableau S9 : Publications par domaine scientifique, 2008 et 2014

Tableau S10 : Articles scientifiques publiés avec la collaboration d'un ou plusieurs auteurs étrangers, 2008-2014

Tableau S1 : Indicateurs socioéconomiques (plusieurs années)

	Population (en milliers)	Croissance démographique (% annuel)	Espérance de vie à la naissance, total (années)	Chômage, total (% de la population active totale)	PIB en prix courants (en millions de dollars PPA)		PIB par habitant (dollars PPA)	
	2014	2014	2013	2013	2007	2013	2007	2013
Amérique du Nord								
Canada	35 525	0,97	81,40	7,10	1 290 073	1 502 939	39 226	42 753
États-Unis d'Amérique	322 583	0,79	78,84	7,40	14 477 600	16 768 100	48 061	53 042
Amérique latine								
Argentine	41 803	0,86	76,19	7,50	–	–	–	–
Belize	340	2,34	73,90	14,60	2 222	2 817	7 763	8 487
Bolivie	10 848	1,64	67,22	2,60	44 218	65 426	4 570	6 131
Brésil	202 034	0,83	73,89	5,90	2 291 377	3 012 934	12 060	15 037
Chili	17 773	0,87	79,84	6,00	277 331	386 614	16 638	21 942
Colombie	48 930	1,25	73,98	10,50	430 916	600 341	9 684	12 424
Costa Rica	4 938	1,34	79,92	7,60	50 798	67 605	11 382	13 876
El Salvador	6 384	0,68	72,34	6,30	42 637	49 228	6 963	7 764
Équateur	15 983	1,54	76,47	4,20	118 844	171 385	8 329	10 890
Guatemala	15 860	2,50	71,99	2,80	86 653	112 865	6 506	7 297
Guyana	804	0,51	66,21	11,10	3 733	5 234	4 845	6 546
Honduras	8 261	1,99	73,80	4,20	29 065	37 189	4 049	4 593
Mexique	123 799	1,19	77,35	4,90	1 551 985	2 002 543	13 670	16 370
Nicaragua	6 169	1,45	74,79	7,20	21 474	28 230	3 838	4 643
Panama	3 926	1,59	77,58	4,10	43 045	75 028	12 330	19 416
Paraguay	6 918	1,68	72,27	5,20	36 921	55 049	6 028	8 093
Pérou	30 769	1,29	74,81	3,90	228 549	357 648	8 068	11 774
Suriname	544	0,86	71,03	7,80	6 280	8 667	12 304	16 071
Uruguay	3 419	0,34	77,05	6,60	44 067	66 759	13 200	19 594
Venezuela	30 851	1,46	74,64	7,50	450 739	553 325	16 298	18 198
Caraïbes								
Antigua-et-Barbuda	91	1,02	75,83	–	2 068	1 892	24 504	21 028
Bahamas	383	1,37	75,07	13,60	8 196	8 779	23 960	23 264
Barbade	286	0,50	75,30	12,20	4 201	4 411[-1]	15 206	15 574[-1]
Cuba	11 259	–0,06	79,24	3,20	179 772	211 947[-2]	15 907	18 796[-2]
Dominique	72	0,47	76,60[-11]	–	648	745	9 151	10 343
Grenade	106	0,38	72,74	–	1 175	1 233	11 347	11 645
Haïti	10 461	1,39	63,06	7,00	14 405	17 571	1 514	1 703
Jamaïque	2 799	0,54	73,47	15,00	22 696	24 141	8 524	8 893
République dominicaine	10 529	1,20	73,45	14,90	92 793	126 784	9 651	12 186
Saint-Kitts-et-Nevis	55	1,10	71,34[-11]	–	1 062	1 159	21 036	21 396
Saint-Vincent-et-les Grenadines	109	0,00	72,50	–	1 063	1 147	9 749	10 491
Sainte-Lucie	184	0,72	74,79	–	1 705	1 912	10 021	10 488
Trinité-et-Tobago	1 344	0,23	69,93	5,80	37 038	40 833	28 272	30 446
Union européenne								
Allemagne	82 652	–0,09	81,04	5,30	3 022 124	3 539 320	36 736	43 884
Autriche	8 526	0,37	80,89	4,90	325 501	382 263	39 238	45 079
Belgique	11 144	0,36	80,39	8,40	389 125	464 923	36 621	41 575
Bulgarie	7 168	–0,76	74,47	12,90	97 975	114 292	12 985	15 732
Chypre	1 153	1,04	79,80	15,80	22 334	24 494	28 488	28 224
Croatie	4 272	–0,41	77,13	17,70	83 945	90 861	18 924	21 351
Danemark	5 640	0,37	80,30	7,00	211 218	245 834	38 674	43 782
Espagne	47 066	0,30	82,43	26,60	1 483 742	1 542 768	32 807	33 094
Estonie	1 284	–0,27	76,42	8,80	29 269	34 035	21 831	25 823
Finlande	5 443	0,32	80,83	8,20	198 374	216 146	37 509	39 740
France	64 641	0,54	81,97	10,40	2 178 975	2 474 881	34 040	37 532
Grèce	11 128	0,00	80,63	27,30	324 007	283 041	29 025	25 667
Hongrie	9 933	–0,22	75,27	10,20	193 771	230 867	19 270	23 334
Irlande	4 677	1,08	81,04	13,10	205 290	210 037	46 668	45 684
Italie	61 070	0,13	82,29	12,20	1 971 193	2 125 098	33 731	35 281
Lettonie	2 041	–0,45	73,98	11,10	39 032	45 422	17 739	22 569
Lituanie	3 008	–0,29	74,16	11,80	61 649	75 284	19 079	25 454
Luxembourg	537	1,20	81,80	5,90	38 890	49 472	81 023	91 048
Malte	430	0,27	80,75	6,50	9 607	12 332	23 621	29 127
Pays-Bas	16 802	0,26	81,10	6,70	709 976	775 728	43 340	46 162
Pologne	38 221	0,01	76,85	10,40	643 934	912 404	16 892	23 690
Portugal	10 610	0,02	80,37	16,50	265 937	290 756	25 224	27 804
République tchèque	10 740	0,36	78,28	6,90	274 806	305 101	26 683	29 018
Roumanie	21 640	–0,27	74,46	7,30	275 071	379 134	13 172	18 974
Royaume-Uni	63 489	0,56	80,96	7,50	2 294 882	2 452 672	37 423	38 259
Slovaquie	5 454	0,07	76,26	14,20	115 184	143 437	21 431	26 497
Slovénie	2 076	0,17	80,28	10,20	55 863	59 448	27 681	28 859
Suède	9 631	0,63	81,70	8,10	371 092	428 736	40 565	44 658
Europe du Sud-Est								
Albanie	3 185	0,38	77,54	16,00	22 748	28 774	7 659	9 931
Bosnie-Herzégovine	3 825	–0,12	76,28	28,40	30 167	36 515	7 798	9 536
Macédoine, ex-République yougoslave de	2 108	0,06	75,19	29,00	19 422	24 468	9 264	11 612
Monténégro	622	0,03	74,76	19,80	7 689	8 781	12 446	14 132
Serbie	9 468	–0,44	75,14	22,20	77 164	93 276	10 454	13 020

Croissance du PIB (% annuel)				PIB par secteur économique (part du PIB)				Inflation, prix à la consommation (% annuel)	Nombre d'internautes pour 100 habitants	Nombre d'abonnements de téléphonie mobile pour 100 habitants	Indice de développement humain (rang)	Indice mondial de l'innovation (rang)
				Agriculture	Services	Industrie	Secteur manufacturier (sous–catégorie du secteur de l'industrie)					
2007	2009	2011	2013	2013				2014	2013	2013	2013	2015
2,01	–2,71	2,53	2,02	1,52[-3]	70,79[-3]	27,69[-3]	10,68[-3]	1,91	85,80	80,61	8	16
1,77	–2,80	1,60	2,22	1,31[-1]	77,71[-1]	20,98[-1]	12,96[-1]	1,62	84,20	95,53	5	5
8,00	0,05	8,55	2,93	6,98	64,56	28,46	15,27	–	59,90	162,53	49	72
1,11	0,71	2,10	1,53	15,34	65,55	19,11	11,47	0,65[-1]	31,70	52,61	84	–
4,56	3,36	5,17	6,78	13,32	48,56	38,12	13,27	5,78	39,50	97,70	113	104
6,10	–0,33	2,73	2,49	5,71	69,32	24,98	13,13	6,33	51,60	135,31	79	70
5,16	–1,04	5,84	4,07	3,44	61,28	35,29	11,48	4,40	66,50	134,29	41	42
6,90	1,65	6,59	4,68	6,12	56,67	37,21	12,31	2,88	51,70	104,08	98	67
7,94	–1,02	4,51	3,50	5,64	69,16	25,20	16,06	4,53	45,96	145,97	68	51
3,84	[-3],13	2,22	1,68	10,84	62,20	26,95	20,17	1,11	23,11	136,19	115	99
2,19	0,57	7,87	4,64	9,37	51,97	38,66	13,05	3,57	40,35	111,46	98	119
6,30	0,53	4,16	3,69	11,31	59,68	29,01	20,24	3,42	19,70	140,39	125	101
7,02	3,32	5,44	5,22	21,92	45,30	32,78	3,71	1,83[-1]	33,00	69,41	121	86
6,19	–2,43	3,84	2,56	13,39	59,32	27,29	18,81	6,13	17,80	95,92	129	113
3,15	–4,70	4,04	1,07	3,48	61,71	34,81	17,76	4,02	43,46	85,84	71	57
5,29	–2,76	5,69	4,61	16,92	52,21	30,87	19,33	6,02	15,50	111,98	132	130
12,11	3,97	10,77	8,35	3,47[-1]	74,41[-1]	22,11[-1]	5,75[-1]	2,64	42,90	162,97	65	62
5,42	[-3],97	4,34	14,22	21,59	50,00	28,41	11,63	5,03	36,90	103,69	111	88
8,52	1,05	6,45	5,79	7,31[-6]	51,58[-6]	41,11[-6]	18,01[-6]	3,23	39,20	98,08	82	71
5,11	3,01	5,27	2,88	7,01	44,37	48,62	16,41	3,35	37,40	161,07	100	–
6,54	2,35	7,34	4,40	9,96	64,65	25,40	12,61	8,88	58,10	154,62	50	68
8,75	[-3],20	4,18	1,34	5,79[-3]	42,05[-3]	52,16[-3]	13,92[-3]	40,64[-1]	54,90	101,61	67	132
9,50	–12,04	–1,79	–0,07	2,28	79,66	18,05	2,95	1,06[-1]	63,40	127,09	61	–
1,45	–4,18	1,06	0,67	1,98	79,74	18,28	4,32	1,18	72,00	76,05	51	–
1,67	–4,14	0,76	0,01[-1]	1,47[-1]	82,86[-1]	15,67[-1]	6,94[-1]	1,80[-1]	75,00	108,10	59	37
7,26	1,45	2,71	–	5,00[-2]	74,48[-2]	20,53[-2]	10,72[-2]	–	25,71	17,71	44	–
6,05	–1,14	–0,08	–0,91	17,17	68,78	14,04	3,47	–0,05[-1]	59,00	129,96	93	–
6,12	–6,61	0,76	2,42	5,61	79,19	15,20	3,65	–0,04[-1]	35,00	125,59	79	–
3,34	3,08	5,52	4,30	–	–	–	–	4,57	10,60	69,40	168	–
1,40	–4,41	1,70	1,27	6,72[-1]	72,46[-1]	20,82[-1]	9,22[-1]	8,29	37,80	102,24	96	96
8,47	0,94	2,93	4,58	6,32	66,75	26,93	15,92	3,00	45,90	88,43	102	89
2,83	–5,60	1,70	4,21	1,68	72,78	25,54	11,01	0,72[-1]	80,00	142,09	73	–
3,31	–2,10	–0,48	1,66	7,12	75,15	17,73	4,72	0,81[-1]	52,00	114,63	91	–
–0,47	0,65	1,24	–0,43	3,06	82,56	14,38	3,07	1,47[-1]	35,20	116,31	97	–
4,75	–4,39	–1,60	1,60	0,62	42,86	56,53	6,38	5,20[-1]	63,80	144,94	64	80
3,27	–5,64	3,59	0,11	0,86	68,43	30,71	22,22	0,91	83,96	120,92	6	12
3,62	–3,80	3,07	0,23	1,44	70,34	28,22	18,50	1,61	80,62	156,23	21	18
3,00	–2,62	1,64	0,27	0,83	76,67	22,50	14,22	0,34	82,17	110,90	21	25
6,91	–5,01	1,98	1,07	5,47	66,60	27,94	–	–1,42	53,06	145,19	58	39
5,13	–1,67	0,40	–5,40	2,08[-5]	78,33[-5]	19,59[-5]	7,56[-5]	–1,35	65,45	96,36	32	34
5,15	–7,38	–0,28	–0,94	4,25	68,57	27,18	13,97	–0,21	66,75	114,51	47	40
0,82	–5,09	1,15	–0,49	1,36	75,78	22,85	13,73	0,56	94,63	127,12	10	10
3,77	–3,57	–0,62	–1,23	2,77	73,89	23,34	–	–0,15	71,57	106,89	27	27
7,90	–14,74	8,28	1,63	3,59	67,46	28,95	15,86	–0,14	80,00	159,66	33	23
5,18	–8,27	2,57	–1,21	2,68	70,45	26,87	16,62	1,04	91,51	171,57	24	6
2,36	–2,94	2,08	0,29	1,69	78,49	19,82	11,34	0,51	81,92	98,50	20	21
3,54	–4,39	–8,86	–3,32	3,80	82,41	13,79	8,48	–1,31	59,87	116,82	29	45
0,51	–6,55	1,81	1,53	4,37	65,41	30,22	22,76	–0,24	72,64	116,43	43	35
4,93	–6,37	2,77	0,17	1,56	74,34	24,10	19,44	0,20	78,25	102,76	11	8
1,47	–5,48	0,59	–1,93	2,31	74,42	23,27	14,86	0,24	58,46	158,82	26	31
9,98	–17,95	5,30	4,11	4,14[-3]	74,05[-3]	21,81[-3]	12,18[-3]	0,63	75,23	228,40	48	33
9,84	–14,74	6,00	3,25	3,46[-3]	68,72[-3]	27,81[-3]	–	0,08	68,45	151,34	35	38
6,46	–5,33	2,61	1,99	0,34	87,47	12,19	5,18	0,63	93,78	148,64	21	9
4,28	–2,80	1,40	2,90	1,92[-3]	65,38[-3]	32,70[-3]	13,41[-3]	0,31	68,91	129,75	39	26
4,20	–3,30	1,66	–0,73	1,97	75,88	22,16	12,11	0,99	93,96	113,73	4	4
7,20	2,63	4,76	1,67	3,30	63,45	33,25	18,84	0,11	62,85	149,08	35	46
2,49	–2,98	–1,83	–1,36	2,29	76,65	21,05	12,67	–0,28	62,10	113,04	41	30
5,53	–4,84	1,96	–0,70	2,61	60,70	36,69	24,89	0,34	74,11	127,73	28	24
6,26	–6,80	2,31	3,50	6,35	50,40	43,25	–	1,07	49,76	105,58	54	54
2,56	–4,31	1,65	1,73	0,65	79,16	20,19	9,70	1,46	89,84	124,61	14	2
10,68	–5,29	2,70	1,42	4,04	62,73	33,23	20,24	–0,08	77,88	113,91	37	36
6,94	–7,80	0,61	–1,00	2,14	65,85	32,02	22,32	0,20	72,68	110,21	25	28
3,40	–5,18	2,66	1,50	1,44	72,71	25,85	16,47	–0,18	94,78	124,40	12	3
5,90	3,35	2,55	1,42	22,24	62,49	15,27	8,94	1,63	60,10	116,16	95	87
6,84	–2,91	0,96	2,48	8,46	64,43	27,10	13,24	–0,93	67,90	91,10	86	79
6,15	–0,92	2,80	3,10	10,45	63,38	26,17	11,63	–0,28	61,20	106,17	84	56
10,66	–5,66	3,23	3,34	9,80	71,36	18,84	5,03	–0,71	56,80	159,95	51	41
5,89	[-3],12	1,40	2,60	8,99[-1]	60,72[-1]	30,29[-1]	18,07[-1]	2,08	51,50	119,39	77	63

Tableau S1 : Indicateurs socio-économiques (plusieurs années)

	Population (en milliers)	Croissance démographique (% annuel)	Espérance de vie à la naissance, total (années)	Chômage, total (% de la population active totale)	PIB en prix courants (en millions de dollars PPA)		PIB par habitant (dollars PPA)	
	2014	2014	2013	2013	2007	2013	2007	2013
Europe (autres) et Asie de l'Ouest								
Arménie	2 984	0,25	74,54	16,20	19 373	23 147	6 480	7 776
Azerbaïdjan	9 515	1,07	70,69	5,50	107 072	161 433	12 477	17 143
Bélarus	9 308	–0,53	72,47	5,80	118 019	166 789	12 345	17 620
Fédération de Russie	142 468	–0,26	71,07	5,60	2 377 503	3 623 076	16 729	25 248
Géorgie	4 323	–0,42	74,08	14,30	23 816	32 128	5 427	7 160
Iran, République islamique d'	78 470	1,31	74,07	13,20	995 290	1 207 413	13 860	15 590
Israël	7 822	1,14	82,06	6,30	195 303	261 858	27 201	32 491
Moldova, République de	3 461	–0,74	68,81	5,10	12 094	16 622	3 381	4 671
Turquie	75 837	1,20	75,18	10,00	975 733	1 407 448	14 040	18 783
Ukraine	44 941	–0,66	71,16	7,90	373 877	399 853	8 039	8 790
Association européenne de libre-échange								
Islande	333	1,09	83,12	5,60	12 147	13 552	38 986	41 859
Liechtenstein	37[-2]	0,99[-2]	82,38	–	–	–	–	–
Norvège	5 092	0,97	81,45	3,50	262 828	327 192	55 812	64 406
Suisse	8 158	0,99	82,75	4,40	357 994	460 605	47 409	56 950
Afrique subsaharienne								
Afrique du Sud	53 140	0,69	56,74	24,90	552 487	683 974	11 355	12 867
Angola	22 137	3,05	51,87	6,80	107 683	166 108	6 079	7 736
Bénin	10 600	2,64	59,29	1,00	13 255	18 487	1 522	1 791
Botswana	2 039	0,86	47,41	18,40	23 820	31 837	12 437	15 752
Burkina Faso	17 420	2,82	56,28	3,10	17 783	28 526	1 249	1 684
Burundi	10 483	3,10	54,10	6,90	5 593	7 843	672	772
Cabo Verde	504	0,95	74,87	7,00	2 582	3 201	5 338	6 416
Cameroun	22 819	2,51	55,04	4,00	46 126	62 982	2 415	2 830
Comores	752	2,36	60,86	6,50	847	1 063	1 339	1 446
Congo	4 559	2,46	58,77	6,50	17 372	26 101	4 622	5 868
Congo, Rép. dém. du	69 360	2,70	49,94	8,00	34 290	54 633	600	809
Côte d'Ivoire	20 805	2,38	50,76	4,00	47 874	65 224	2 667	3 210
Djibouti	886	1,52	61,79	–	1 805	2 618	2 260	2 999
Érythrée	6 536	3,16	62,75	7,20	6 118	7 572	1 174	1 196
Éthiopie	96 506	2,52	63,62	5,70	65 402	129 859	813	1 380
Gabon	1 711	2,34	63,44	19,60	23 436	32 204	16 192	19 264
Gambie	1 909	3,18	58,83	7,00	2 202	3 072	1 440	1 661
Ghana	26 442	2,05	61,10	4,60	57 529	103 413	2 554	3 992
Guinée	12 044	2,51	56,09	1,80	11 388	14 718	1 133	1 253
Guinée-Bissau	1 746	2,41	54,27	7,10	1 836	2 398	1 237	1 407
Guinée équatoriale	778	2,74	53,11	8,00	22 192	25 563	34 696	33 768
Kenya	45 546	2,65	61,68	9,20	85 923	123 968	2 276	2 795
Lesotho	2 098	1,10	49,33	24,70	3 604	5 344	1 843	2 576
Libéria	4 397	2,37	60,53	3,70	1 841	3 770	523	878
Madagascar	23 572	2,78	64,69	3,60	26 784	32 416	1 383	1 414
Malawi	16 829	2,81	55,23	7,60	8 287	12 763	604	780
Mali	15 768	3,00	55,01	8,20	18 892	25 123	1 485	1 642
Maurice	1 249	0,38	74,46	8,30	16 243	22 296	13 103	17 714
Mozambique	26 473	2,44	50,17	8,30	17 459	28 548	787	1 105
Namibie	2 348	1,92	64,34	16,90	15 868	22 073	7 626	9 583
Niger	18 535	3,87	58,44	5,10	10 683	16 337	752	916
Nigéria	178 517	2,78	52,50	7,50	627 891	972 664	4 266	5 602
Ouganda	38 845	3,31	59,19	3,80	39 569	62 918	1 288	1 674
République centrafricaine	4 709	1,99	50,14	7,60	3 061	2 787	745	604
Rwanda	12 100	2,71	63,99	0,60	10 164	17 354	1 024	1 474
Sao Tomé-et-Principe	198	2,50	66,26	–	388	573	2 378	2 971
Sénégal	14 548	2,89	63,35	10,30	24 042	31 687	2 019	2 242
Seychelles	93	0,50	74,23	–	1 670	2 193	19 636	24 587
Sierra Leone	6 205	1,84	45,55	3,20	6 376	9 407	1 177	1 544
Somalie	10 806	2,91	55,02	6,90	–	–	–	–
Soudan du Sud	11 739	3,84	55,24	–	–	22 928	–	2 030
Swaziland	1 268	1,45	48,94	22,50	6 933	8 353	6 108	6 685
Tanzanie	50 757	3,01	61,49	3,50	73 946	116 832	1 852	2 443
Tchad	13 211	2,96	51,16	7,00	17 680	26 787	1 653	2 089
Togo	6 993	2,55	56,49	6,90	6 727	9 479	1 153	1 391
Zambie	15 021	3,26	58,09	13,30	33 098	57 071	2 733	3 925
Zimbabwe	14 599	3,13	59,77	5,40	18 817	25 923	1 477	1 832
États arabes								
Algérie	39 929	1,82	71,01	9,80	406 365	522 262	11 578	13 320
Arabie saoudite	29 369	1,86	75,70	5,70	999 859	1 546 500	38 581	53 644
Bahreïn	1 344	0,89	76,67	7,40	42 068	58 417	40 750	43 851
Égypte	83 387	1,61	71,13	12,70	662 430	909 941	8 924	11 089
Émirats arabes unis	9 446	1,06	77,13	3,80	453 316	550 915[-1]	78 194	59 845[-1]
Iraq	34 769	2,93	69,47	16,00	302 127	499 627	10 512	14 951
Jordanie	7 505	3,13	73,90	12,60	55 395	76 116	9 785	11 783
Koweït	3 479	3,24	74,46	3,10	227 278	272 521[-1]	88 957	83 840[-1]

Croissance du PIB (% annuel)				PIB par secteur économique (part du PIB)				Inflation, prix à la consommation (% annuel)	Nombre d'internautes pour 100 habitants	Nombre d'abonnements de téléphonie mobile pour 100 habitants	Indice de développement humain (rang)	Indice mondial de l'innovation (rang)
				Agriculture	Services	Industrie	Secteur manufacturier (sous-catégorie du secteur de l'industrie)					
2007	2009	2011	2013	2013				2014	2013	2013	2013	2015
13,75	−14,15	4,70	3,50	21,94	46,58	31,48	11,41	2,98	46,30	112,42	87	61
25,05	9,41	0,07	5,80	5,66	32,27	62,07	4,52	2,42[-1]	58,70	107,61	76	93
8,60	0,20	5,54	0,89	9,11	48,65	42,24	26,84	18,12	54,17	118,79	53	53
8,54	−7,82	4,26	1,32	3,95	59,78	36,27	14,82	7,83	61,40	152,84	57	48
12,34	−3,78	7,20	3,32	9,41	66,57	24,02	13,40	3,07	43,10	115,03	79	73
7,82	3,94	3,00	−5,80	10,22[-6]	45,31[-6]	44,47[-6]	10,55[-6]	17,24	31,40	84,25	75	106
6,27	1,90	4,19	3,25	–	–	–	–	0,48	70,80	122,85	19	22
3,00	−6,00	6,80	8,90	15,04	68,39	16,57	13,64	5,09	48,80	106,01	114	44
4,67	−4,83	8,77	4,12	8,49	64,44	27,07	17,63	8,85	46,25	92,96	69	58
7,90	−14,80	5,20	1,88	10,43	62,64	26,94	13,71	12,21	41,80	138,06	83	64
9,72	−5,15	2,13	3,46	7,73[-1]	67,81[-1]	24,47[-1]	13,48[-1]	2,03	96,55	108,11	13	13
3,33	−1,16	–	–	–	–	–	–	–	93,80	104,07	18	–
2,65	−1,63	1,34	0,65	1,55	57,66	40,79	7,29	2,03	95,05	116,27	1	20
4,14	−2,13	1,80	1,92	0,71	73,56	25,73	18,69	−0,01	86,70	136,78	3	1
5,36	−1,54	3,21	2,21	2,32	67,79	29,90	13,23	5,56	48,90	145,64	118	60
22,59	2,41	3,92	6,80	10,06	32,14	57,80	7,21	7,28	19,10	61,87	149	120
4,63	2,66	3,26	5,64	36,52	49,46	14,01	8,17	−1,10	4,90	93,26	165	–
8,68	−7,84	6,18	5,83	2,54	60,54	36,92	5,68	4,40	15,00	160,64	109	90
4,11	2,87	6,63	6,65	22,87	47,76	29,38	6,42	−0,26	4,40	66,38	181	102
4,79	3,47	4,19	4,59	39,83	42,44	17,73	9,46	4,38	1,30	24,96	180	136
15,17	−1,27	3,97	0,54	8,10[-1]	74,87[-1]	17,03[-1]	–	−0,24	37,50	100,11	123	103
3,26	1,93	4,14	5,56	22,89	47,24	29,87	14,39	1,95[-1]	6,40	70,39	152	110
0,80	1,95	2,60	3,50	37,08	50,40	12,52	7,02	2,30[-1]	6,50	47,28	159	–
−1,58	7,47	3,42	3,44	4,36	23,62	72,02	4,30	5,97[-1]	6,60	104,77	140	–
6,26	2,86	6,87	8,48	20,79	40,97	38,24	16,55	1,63[-1]	2,20	41,82	186	–
1,77	3,25	−4,39	8,70	22,28	55,45	22,27	12,75	0,46	2,60	95,45	171	116
5,10	5,00	5,39	5,00	3,86[-6]	79,26[-6]	16,89[-6]	2,45[-6]	2,42[-1]	9,50	27,97	170	–
1,43	3,88	8,68	1,33	14,53[-4]	63,03[-4]	22,44[-4]	5,65[-4]	–	0,90	5,60	182	–
11,46	8,80	11,18	10,49	45,03	43,02	11,95	4,04	7,39	1,90	27,25	173	127
5,55	−2,90	7,10	5,89	4,02[-1]	31,96[-1]	64,02[-1]	–	0,48[-1]	9,20	214,75	112	–
3,63	6,45	−4,33	4,80	–	–	–	–	5,95	14,00	99,98	172	112
6,46	3,99	15,01	7,59	21,86	49,61	28,53	5,78	15,49	12,30	108,19	138	108
1,76	−0,28	3,91	2,30	20,24	42,09	37,67	6,48	11,89[-1]	1,60	63,32	179	139
3,20	3,31	9,03	0,33	43,68	42,65	13,67	–	−1,02	3,10	74,09	177	–
13,14	−8,07	5,00	−4,84	–	6,44	–	–	6,35[-1]	16,40	67,47	144	–
6,99	3,31	6,12	5,74	29,51	50,67	19,81	11,72	6,88	39,00	71,76	147	92
4,73	3,36	2,84	5,49	8,30[-1]	59,88[-1]	31,82[-1]	11,65[-1]	5,34	5,00	86,30	162	118
15,69	13,76	9,13	11,31	38,84[-1]	44,75[-1]	16,41[-1]	3,32[-1]	7,57[-1]	4,60	59,40	175	–
6,24	−4,01	1,45	2,41	26,37	57,48	16,15	–	6,08	2,20	36,91	155	125
9,49	9,04	4,35	4,97	26,96	54,25	18,79	10,74	24,43	5,40	32,33	174	98
4,30	4,46	2,73	2,15	42,26[-1]	35,01[-1]	22,73[-1]	–	0,89	2,30	129,07	176	105
5,90	3,00	3,90	3,20	3,22	72,49	24,29	17,04	3,22	39,00	123,24	63	49
7,28	6,48	7,44	7,44	28,99	50,22	20,79	10,86	4,26[-1]	5,40	48,00	178	95
6,62	0,30	5,12	5,12	6,14	60,49	33,36	13,16	5,35	13,90	118,43	127	107
3,15	−0,71	2,31	4,10	37,20	43,36	19,44	6,11	−0,92	1,70	39,29	187	134
6,83	6,93	4,89	5,39	21,00	57,01	21,99	9,03	8,06	38,00	73,29	152	128
8,41	7,25	9,67	3,27	25,26	53,98	20,76	10,01	4,29	16,20	44,09	164	111
8,12	8,91	3,30	−36,00	54,32[-1]	31,95[-1]	13,73[-1]	6,48[-1]	1,50[-1]	3,50	29,47	185	–
7,61	6,27	7,85	4,68	33,39	51,73	14,88	5,20	1,27	8,70	56,80	151	94
2,00	4,02	4,94	4,00	19,78[-2]	64,29[-2]	15,93[-2]	6,41[-2]	6,43	23,00	64,94	142	–
4,94	2,42	2,07	2,80	17,52	58,44	24,03	13,56	−1,08	20,90	92,93	163	84
10,06	−1,11	7,92	5,28	2,37	86,28	11,34	6,27	1,39	50,40	147,34	71	65
8,04	3,15	5,77	5,52	59,47	32,57	7,96	2,04	7,33	1,70	65,66	183	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	1,50	49,38	–	–
–	5,04	−4,64	13,13	–	–	–	–	47,28[-3]	–	25,26	–	–
3,50	1,25	−0,66	2,78	7,48[-2]	44,83[-2]	47,69[-2]	43,83[-2]	5,62[-1]	24,70	71,47	148	123
7,15	5,40	7,92	7,28	33,85	42,97	23,18	7,36	6,13	4,40	55,72	159	117
3,27	4,22	0,08	3,97	51,50	33,09	15,41	2,70	0,15[-1]	2,30	35,56	184	–
2,29	3,51	4,88	5,12	30,76[-2]	53,70[-2]	15,54[-2]	8,09[-2]	0,01	4,50	62,53	166	140
8,35	9,22	6,34	6,71	9,64	56,50	33,85	8,18	7,81	15,40	71,50	141	124
[-3],65	5,98	11,91	4,48	12,00	56,90	31,10	12,82	1,63[-1]	18,50	96,35	156	133
3,40	1,60	2,80	2,80	10,54	41,85	47,61	–	2,92	16,50	100,79	93	126
5,99	1,83	8,57	3,95	1,84	37,59	60,57	10,09	2,67	60,50	184,20	34	43
8,29	2,54	2,10	5,34	–	–	–	–	2,77	90,00	165,91	44	59
7,09	4,67	1,76	2,10	14,51	46,32	39,17	15,65	10,20	49,56	121,51	110	100
3,18	−5,24	4,89	5,20	0,66	40,33	59,02	8,53	2,34	88,00	171,87	40	47
1,38	5,81	10,21	4,21	–	–	–	–	1,88[-1]	9,20	96,10	120	–
8,18	5,48	2,56	2,83	3,40	66,91	29,69	19,42	2,81	44,20	141,80	77	75
5,99	−7,08	10,21	8,31[-1]	0,35	26,34	73,31	6,77	2,53	75,46	190,29	46	77

Tableau S1 : Indicateurs socio-économiques (plusieurs années)

	Population (en milliers)	Croissance démographique (% annuel)	Espérance de vie à la naissance, total (années)	Chômage, total (% de la population active totale)	PIB en prix courants (en millions de dollars PPA)		PIB par habitant (dollars PPA)	
	2014	2014	2013	2013	2007	2013	2007	2013
Liban	4 966	2,94	80,13	6,50	51 183	76 722	12 364	17 174
Libye	6 253	0,83	75,36	19,60	154 764	130 519	26 766	21 046
Maroc	33 493	1,46	70,87	9,20	170 875	241 682	5 489	7 198
Mauritanie	3 984	2,40	61,51	31,00	8 523	11 836	2 560	3 043
Oman	3 926	7,78	76,85	7,90	108 310	150 236[-1]	42 148	45 334[-1]
Palestine	4 436	2,51	73,20	23,40	13 218	19 916[-1]	3 782	4 921[-1]
Qatar	2 268	4,47	78,61	0,50	138 537	296 517	120 210	136 727
République arabe syrienne	21 987	0,40	74,72	10,80	–	–	–	–
Soudan	38 764	2,08	62,04	15,20	129 873	128 053	3 096	3 373
Tunisie	11 117	1,09	73,65	13,30	92 335	121 107	9 030	11 124
Yémen	24 969	2,27	63,09	17,40	86 896	96 636	4 102	3 959
Asie centrale								
Kazakhstan	16 607	1,01	70,45	5,20	268 714	395 463	17 354	23 214
Kirghizistan	5 625	1,39	70,20	8,00	12 902	18 376	2 449	3 213
Mongolie	2 881	1,48	67,55	4,90	14 472	26 787	5 577	9 435
Ouzbékistan	29 325	1,34	68,23	10,70	88 095	156 295	3 279	5 168
Tadjikistan	8 409	2,42	67,37	10,70	12 714	20 620	1 788	2 512
Turkménistan	5 307	1,27	65,46	10,60	35 860	73 383	7 381	14 004
Asie du Sud								
Afghanistan	31 281	2,36	60,93	8,00	32 219	59 459	1 223	1 946
Bangladesh	158 513	1,22	70,69	4,30	297 842	461 644	2 034	2 948
Bhoutan	766	1,53	68,30	2,10	3 525	5 583	5 189	7 405
Inde	1 267 402	1,21	66,46	3,60	4 156 058	6 783 778	3 586	5 418
Maldives	352	1,88	77,94	11,60	2 832	4 022	9 186	11 657
Népal	28 121	1,16	68,40	2,70	43 493	62 400	1 676	2 245
Pakistan	185 133	1,63	66,59	5,10	647 797	838 164	3 952	4 602
Sri Lanka	21 446	0,81	74,24	4,20	124 345	199 466	6 205	9 738
Asie du Sud-Est								
Brunéi Darussalam	423	1,29	78,57	3,80	26 973	29 987	70 714	71 777
Cambodge	15 408	1,79	71,75	0,30	30 059	46 027	2 187	3 041
Chine	1 393 784	0,59	75,35	4,60	8 796 899	16 161 655	6 675	11 907
Chine (Hong Kong, SAR)	7 260	0,77	83,83	3,30	299 425	382 490	43 293	53 216
Chine (Macao, SAR)	575	1,59	80,34	1,80	37 088	80 765	75 197	142 599
Indonésie	252 812	1,17	70,82	6,30	1 544 770	2 388 997	6 688	9 561
Japon	127 000	–0,11	83,33	4,00	4 264 207	4 612 630	33 314	36 223
Malaisie	30 188	1,57	75,02	3,20	489 960	693 535	18 273	23 338
Myanmar	53 719	0,86	65,10	3,40	–	–	–	–
Philippines	100 096	1,72	68,71	7,10	435 875	643 088	4 904	6 536
République de Corée	49 512	0,50	81,46	3,10	1 354 518	1 660 385	27 872	33 062
République démocratique populaire lao	6 894	1,82	68,25	1,40	18 685	32 644	3 107	4 822
République populaire démocratique de Corée	25 027	0,53	69,81	4,60	–	–	–	–
Singapour	5 517	1,93	82,35	2,80	294 619	425 259	64 207	78 763
Thaïlande	67 223	0,32	74,37	0,70	743 320	964 518	11 249	14 394
Timor-Leste	1 152	1,71	67,52	4,40	1 266	2 386[-1]	1 246	2 076[-1]
Viet Nam	92 548	0,94	75,76	2,00	310 033	474 958	3 681	5 294
Océanie								
Australie	23 630	1,22	82,20	5,70	761 369	999 241	36 556	43 202
Fidji	887	0,67	69,92	8,10	5 610	6 829	6 716	7 750
Îles Cook	16	0,27	–	–	–	–	–	–
Îles Marshall	53	0,26	65,24[-13]	–	170	205	3 255	3 901
Îles Salomon	573	2,05	67,72	3,80	805	1 161	1 637	2 069
Kiribati	104	1,54	68,85	–	157	190	1 679	1 856
Micronésie	104	0,34	68,96	–	323	352	3 073	3 395
Nauru	11	1,91	–	–	–	–	–	–
Nioué	1	–2,12	–	–	–	–	–	–
Nouvelle-Zélande	4 551	1,01	81,41	6,20	121 926	154 281	28 866	34 732
Palaos	21	0,63	69,13[-8]	–	298	316	14 811	15 096
Papouasie-Nouvelle-Guinée	7 476	2,09	62,43	2,10	11 472	19 349	1 793	2 643
Samoa	192	0,76	73,26	–	983	1 098	5 393	5 769
Tonga	106	0,43	72,64	–	454	559	4 438	5 304
Tuvalu	11	0,53	–	–	30	36	3 044	3 645
Vanuatu	258	2,17	71,69	–	587	756	2 670	2 991

Source : Données démographiques : Département des affaires économiques et sociales des Nations Unies, Division de la population (2013) ; Perspectives de la population mondiale : révision de 2012. Indice de développement humain (rang) : *Rapport sur le développement humain 2014 - Pérenniser le progrès humain : Réduire les vulnérabilités et renforcer la résilience*, Bureau du rapport sur le développement humain, Programme des Nations Unies pour le développement (PNUD). Indice mondial de l'innovation (rang) : Université Cornell, INSEAD et OMPI (2015) : *Indice mondial 2015 de l'innovation : des politiques d'innovation efficaces au service du développement*, Fontainebleau, Ithaca et Genève. Pour les données relatives au PIB et toutes les autres données non spécifiées dans les sources susmentionnées : Banque mondiale, Indicateurs du développement dans le monde, avril 2015.

Croissance du PIB (% annuel)				PIB par secteur économique (part du PIB)				Inflation, prix à la consommation (% annuel)	Nombre d'internautes pour 100 habitants	Nombre d'abonnements de téléphonie mobile pour 100 habitants	Indice de développement humain (rang)	Indice mondial de l'innovation (rang)
				Agriculture	Services	Industrie	Secteur manufacturier (sous-catégorie du secteur de l'industrie)					
2007	2009	2011	2013	2013				2014	2013	2013	2013	2015
9,40	10,30	2,00	0,90	7,18	73,07	19,76	8,63	3,99[-4]	70,50	80,56	65	74
6,00	2,10	–62,08	–10,88	1,87[-5]	19,94[-5]	78,20[-5]	4,49[-5]	2,61[-1]	16,50	165,04	55	–
2,71	4,76	4,99	4,38	16,57	54,90	28,53	15,44	0,44	56,00	128,53	129	78
1,02	–1,22	3,99	6,72	15,46	43,02	41,53	4,14	4,13[-1]	6,20	102,53	161	–
4,45	6,11	0,88	5,76[-1]	1,27	31,39	67,34	10,67	1,01	66,45	154,65	56	69
–1,77	20,94	7,89	–4,43	5,33[-1]	69,60[-1]	25,07[-1]	16,24[-1]	2,75[-5]	46,60	73,74	107	–
17,99	11,96	13,02	6,32	0,09	30,28	69,62	9,94	2,99	85,30	152,64	31	50
5,70	–	–	–	17,94[-6]	49,09[-6]	32,97[-6]	–	36,70[-2]	26,20	56,13	118	–
11,52	3,23	–3,29	–6,00	28,15	50,17	21,68	8,19	29,96[-1]	22,70	72,85	166	141
6,23	3,61	–0,51	2,52	8,61	61,41	29,98	16,97	4,94	43,80	115,60	90	76
3,34	4,13	–15,09	4,16	10,15[-7]	40,61[-7]	49,25[-7]	7,76[-7]	10,97[-1]	20,00	69,01	154	137
8,90	1,20	7,50	6,00	4,93	58,18	36,89	11,64	6,72	54,00	184,69	70	82
8,54	2,89	5,96	10,53	17,73	55,59	26,67	15,59	7,53	23,40	121,45	125	109
10,25	–1,27	17,51	11,74	16,47	50,26	33,27	7,17	13,02	17,70	124,18	103	66
9,50	8,10	8,30	8,00	19,14	54,59	26,27	10,51	–	38,20	74,31	116	122
7,80	3,80	7,40	7,40	27,41	50,84	21,75	11,19	6,10	16,00	91,83	133	114
11,06	6,10	14,70	10,20	14,55-1	37,01-1	48,44-1	–	–	9,60	116,89	103	–
13,74	21,02	6,11	1,93	23,97	54,84	21,19	12,10	4,62	5,90	70,66	169	–
7,06	5,05	6,46	6,01	16,28	56,09	27,64	17,27	6,99	6,50	74,43	142	129
17,93	6,66	7,89	2,04	17,08	38,27	44,65	8,98	8,21	29,90	72,20	136	121
9,80	8,48	6,64	6,90	17,95	51,31	30,73	17,26	6,35	15,10	70,78	135	81
10,56	–3,64	6,48	3,71	4,20[-1]	73,28[-1]	22,52[-1]	7,08[-1]	2,12	44,10	181,19	103	–
3,41	4,53	3,42	3,78	35,10	49,19	15,71	6,59	8,37	13,30	76,85	145	135
4,83	2,83	2,75	4,41	25,11	53,81	21,08	14,01	7,19	10,90	70,13	146	131
6,80	3,54	8,25	7,25	10,76	56,78	32,46	17,71	3,28	21,90	95,50	73	85
0,15	–1,76	3,43	–1,75	0,73	31,03	68,24	12,35	–0,19	64,50	112,21	30	–
10,21	0,09	7,07	7,41	33,52	40,83	25,65	16,44	3,86	6,00	133,89	136	91
14,16	9,21	9,30	7,67	10,01	46,09	43,89	31,83	1,99	45,80	88,71	91	29
6,46	–2,46	4,79	2,93	0,06	92,74	7,20	1,46	4,43	74,20	237,35	15	11
14,33	1,71	21,29	11,89	0,00[-1]	93,76[-1]	6,24[-1]	0,71[-1]	6,04	65,80	304,08	–	–
6,35	4,63	6,49	5,78	14,43	39,87	45,69	23,70	6,39	15,82	125,36	108	97
2,19	–5,53	–0,45	1,61	1,22[-1]	73,18[-1]	25,60[-1]	18,17[-1]	2,74	86,25	117,63	17	19
6,30	–1,51	5,19	4,73	9,31	50,18	40,51	23,92	3,14	66,97	144,69	62	32
13,64[-3]	–	–	–	48,35[-9]	35,44[-9]	16,21[-9]	11,57[-9]	5,52[-1]	1,20	12,83	150	138
6,62	1,15	3,66	7,18	11,23	57,65	31,12	20,40	4,13	37,00	104,50	117	83
5,46	0,71	3,68	2,97	2,34	59,11	38,55	31,10	1,27	84,77	111,00	15	14
7,60	7,50	8,04	8,52	26,51	40,43	33,06	8,25	6,36[-1]	12,50	68,14	139	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	0,00[-1]	9,72	–	–
9,11	–0,60	6,06	3,85	0,03	74,86	25,11	18,76	1,04	73,00	155,92	9	7
5,04	–2,33	0,08	1,77	11,98	45,47	42,55	32,94	1,90	28,94	140,05	89	55
11,45	12,96	14,67	7,84[-1]	18,42[-1]	61,83[-1]	19,75[-1]	0,86[-1]	0,44	1,10	57,38	128	–
7,13	5,40	6,24	5,42	18,38	43,31	38,31	17,49	4,09	43,90	130,89	121	52
3,76	1,73	2,32	2,51	2,45	70,73	26,82	7,13	2,49	83,00	106,84	2	17
–0,85	–1,39	2,71	3,47	12,22	67,63	20,15	14,50	0,54	37,10	105,60	88	115
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
3,77	–1,66	0,02	2,99	–	–	–	–	–	11,70	1,27[-8]	–	–
7,32	–4,73	10,70	2,95	35,65[-7]	57,59[-7]	6,75[-7]	4,85[-7]	5,39[-1]	8,00	57,57	157	–
7,52	–0,67	2,74	2,97	25,28[-3]	66,51[-3]	8,21[-3]	5,55[-3]	–	11,50	16,61	133	–
–2,06	0,96	2,05	–4,00	28,21[-2]	62,65[-2]	9,22[-2]	0,49[-2]	–	27,80	30,32	124	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
3,54	2,21	2,33	2,50	7,18[-3]	69,07[-3]	23,75[-3]	12,18[-3]	0,84	82,78	105,78	7	15
1,85	[-1]0,75	5,33	–0,33	5,33	86,42	8,25	1,11	–	26,97[-9]	85,79	60	–
7,15	6,14	10,67	5,54	37,80[-9]	23,33[-9]	38,87[-9]	7,05[-9]	4,96[-1]	6,50	40,98	157	–
6,32	–4,81	5,15	–1,14	–	–	–	–	–0,41	15,30	47,19[-6]	106	–
–4,14	3,24	2,88	0,50	19,17[-1]	59,34[-1]	21,49[-1]	6,43[-1]	2,51	35,00	54,59	100	–
6,35	–4,43	8,45	1,30	22,16	69,11	8,73	–	–	37,00	34,43	–	–
5,18	3,31	1,21	1,97	27,98	63,22	8,80	3,61	0,80	11,30	50,34	131	–

Abréviations :
PIB : produit intérieur brut
dollars PPA : dollars en parité de pouvoir d'achat

N.B. La légende applicable à l'ensemble des tableaux est expliquée à la fin du tableau S10.

Tableau S2 : Dépenses de R&D par secteur d'activité et source de financement, 2009 et 2013 (%)

	Dépenses de R&D par secteur d'activité (%)									
	2009					2013				
	Entreprises commerciales	Gouvernement	Enseignement supérieur	Secteur privé à but non lucratif	Non classées ailleurs	Entreprises commerciales	Gouvernement	Enseignement supérieur	Secteur privé à but non lucratif	Non classées ailleurs
Amérique du Nord										
Canada	53,23	10,45	35,91	0,41	–	50,52	9,15[v]	39,80[v]	0,52	–
États-Unis d'Amérique	69,55[o]	11,93	14,03[o]	4,48[o,r]	–	69,83[-1,o,v]	12,31[-1,v]	13,83[-1,o,v]	4,03[-1,o,r]	–[-1]
Amérique latine										
Argentine	22,26	44,73	31,32	1,69	–	21,47[-1]	45,59[-1]	31,17[-1]	1,76[-1]	–[-1]
Belize	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Bolivie	25,00[-7]	21,00[-7]	41,00[-7]	13,00[-7]	–[-7]	–	–	–	–	–
Brésil	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Chili	29,32	3,34	39,81	27,53	–	34,43[-1]	4,08[-1]	34,27[-1]	27,23[-1]	–[-1]
Colombie	19,77	4,62	49,83	25,79	–	23,12	7,57	42,32	26,99	–
Costa Rica	25,71	23,49	48,99	1,82	–	15,85[-2]	36,59[-2]	45,23[-2]	2,32[-2]	0,02[-2]
El Salvador	–	–	100,00	–	–	–[-1]	–[-1]	100,00[-1]	–[-1]	–[-1]
Équateur	40,85	42,04	12,97	4,14	–	58,12[-2]	24,52[-2]	14,19[-2]	3,17[-2]	–[-2]
Guatemala	2,00[q]	11,16[q]	84,67[q]	2,17[q]	–	0,17[-1,q]	16,54[-1,q]	82,32[-1,q]	0,96[-1,q]	–[-1]
Guyana	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Honduras	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Mexique	41,07	26,81	29,21	2,91	–	37,97	31,39	29,10	1,55	–
Nicaragua	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Panama	1,75	51,71	2,44	44,08	0,01	2,00[-2]	64,30[-2]	2,46[-2]	31,30[-2]	–[-2]
Paraguay	–[-1]	28,32[-1]	59,86[-1]	11,82[-1]	0,00[-1]	–[-1]	31,62[-1]	59,92[-1]	8,46[-1]	–[-1]
Pérou	29,17[-5]	25,63[-5]	38,11[-5]	7,08[-5]	0,00[-5]	–	–	–	–	–
Suriname	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Uruguay	34,44	27,12	34,60	2,73	1,11	17,99[-1]	34,01[-1]	43,44[-1]	4,56[-1]	–[-1]
Venezuela	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Caraïbes										
Antigua-et-Barbuda	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Bahamas	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Barbade	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Cuba	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Dominique	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Grenade	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Haïti	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Jamaïque	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
République dominicaine	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Saint-Kitts-et-Nevis	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Saint-Vincent-et-les Grenadines	86,67[-7]	13,33[-7]	–[-7]	–[-7]	–[-7]	–	–	–	–	–
Sainte-Lucie	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Trinité-et-Tobago	2,18	61,27	36,54	–	–	–[-1]	63,29[-1]	36,69[-1]	–[-1]	0,01[-1]
Union européenne										
Allemagne	67,56	14,82[c]	17,62	–[g]	–	66,91[r,v]	15,09[c,r,v]	18,00[r,v]	–[g]	–
Autriche	68,09	5,34	26,10	0,48	–	68,78[r,v]	5,14[r,v]	25,59[r,v]	0,49[r,v]	–
Belgique	66,26	8,94	23,79	1,00	–	69,10[v]	8,80[v]	21,68[v]	0,43[v]	–
Bulgarie	29,96	55,24	14,04	0,76	–	61,08	29,67	8,65	0,60	–
Chypre	19,80	20,42	46,12	13,66	–	15,45[v]	14,40[v]	57,26[v]	12,89[v]	–
Croatie	40,42	27,16	32,31	0,12	–	50,10	25,53	24,36	–	–
Danemark	69,78	2,07	27,72	0,42	–	65,43[r,v]	2,39[r,v]	31,77[r,v]	0,40[r,v]	–
Espagne	51,90	20,07	27,83	0,20	–	53,08	18,72	28,03	0,17	–
Estonie	44,69	10,99	42,16	2,17	–	47,72	8,93	42,30	1,06	–
Finlande	71,42	9,10	18,90	0,58	–	68,86	8,92	21,52	0,71	–
France	61,69	16,31	20,80	1,20	–	64,75[v]	13,15[s,v]	20,75[v]	1,35[v]	–
Grèce	28,59[-2]	20,92[-2,r]	49,23[-2,r]	1,26[-2,r]	–[-2]	33,34[s]	27,98[s]	37,43[s]	1,25	–
Hongrie	57,24[t]	20,06[t]	20,94[t]	–	–	69,43[t]	14,89[t]	14,39[t]	–	–
Irlande	68,30	5,05	26,65[r]	–	–	72,03[-1,r]	4,85[-1]	23,12[-1,r]	–[-1]	–[-1]
Italie	53,30	13,14	30,26	3,30	–	53,98[v]	14,92[v]	28,21[v]	2,88[v]	–
Lettonie	36,39	24,71	38,90	–	–	28,24	28,89	42,87	–	–
Lituanie	24,39	23,41	52,20	–	–	25,46	19,83	54,71	–	–
Luxembourg	75,89	16,10	8,01	–	–	61,38[s,v]	23,30[r,v]	15,32[r,v]	–	–
Malte	63,36	4,73	31,91	–	–	54,26	10,18[v]	35,56[v]	–	–
Pays-Bas	47,08	12,75[c]	40,17	–[g]	–	57,54[s,v]	10,68[c,v]	31,78[v]	–[g]	–
Pologne	28,50	34,31	37,07	0,13	–	43,62	26,83	29,26	0,29	–
Portugal	47,30	7,31	36,58	8,81	–	47,57[v]	5,79[v]	37,84[v]	8,80[v]	–
République tchèque	56,50	23,26	19,70	0,54	–	54,12	18,31	27,23	0,34	–
Roumanie	40,18	34,91	24,74	0,17	–	30,66[s]	49,23[s]	19,72[s]	0,40[s]	–
Royaume-Uni	60,41	9,16	27,95	2,48[r]	–	64,51[r,v]	7,31[r,v]	26,30[r,v]	1,88[r,v]	–
Slovaquie	41,05	33,89[p]	25,01	0,05	–	46,26	20,48[p]	33,10	0,15	–
Slovénie	64,61	20,76	14,56	0,07	–	76,53[s]	13,01[s]	10,42[s]	0,04[s]	–
Suède	70,64	4,42	24,87	0,07[q]	–	68,95	3,68[q]	27,14	0,22[s]	–
Europe du Sud-Est										
Albanie	0,00[-1]	52,10[-1,q]	47,90[-1,q]	0,00[-1]	–[-1]	–	–	–	–	–
Bosnie-Herzégovine	–[-2]	12,60[-2,q]	68,75[-2,q]	1,06[-2,q]	17,59[-2,q]	58,42[s]	5,81[s]	35,64[s]	0,12[s]	–
Macédoine, ex-République yougoslave de	21,14	46,41	32,45	–	–	11,50[-3]	43,78[-3]	44,72[-3]	–[-3]	–[-3]
Monténégro	5,15[-2]	14,87[-2]	79,98[-2]	0,00[-2]	–[-2]	49,31[s]	16,00[s]	32,02[s]	2,68[s]	–[s]
Serbie	14,32	30,87	54,78	0,03	–	13,27	33,36	53,34	0,03	–

Dépenses de R&D par source de financement (%)													
2009						2013							
Entreprises commerciales	Gouvernement	Enseignement supérieur	Secteur privé à but non lucratif	Source étrangère	Non classées ailleurs	Entreprises commerciales	Gouvernement	Enseignement supérieur	Secteur privé à but non lucratif	Source étrangère	Non classées ailleurs		
												Amérique du Nord	
48,52	34,56[r]	6,73[r]	3,13	7,07	–	46,45[v]	34,86[r,v]	8,85[r,v]	3,88[v]	5,95[v]	–	Canada	
60,90[o]	32,65[o]	2,94[o]	3,51[o]	–[g]	–	59,13[-1,o,s,v]	30,79[-1,o,v]	2,98[-1,o,v]	3,30[-1,o,v]	3,80[-1,g]	–[-1]	États-Unis d'Amérique	
												Amérique latine	
21,44	73,18	3,84	0,87	0,67	0,00	21,34[-1]	74,01[-1]	3,11[-1]	0,96[-1]	0,58[-1]	–[-1]	Argentine	
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	Belize	
5,20	51,19	26,55	2,05	1,86	13,15	–	–	–	–	–	–	Bolivie	
45,54	52,29	2,16	–	–	–	43,07[-1]	54,93[-1]	2,00[-1]	–[-1]	–[-1]	–[-1]	Brésil	
26,96	38,32	13,96	1,70	19,05	–	34,95[-1]	35,96[-1]	9,42[-1]	2,13[-1]	17,54[-1]	–[-1]	Chili	
18,68	56,12	16,70	5,10	3,40	–	29,02	45,77	14,83	8,00	2,38	–	Colombie	
28,73	53,04	–	2,82	1,66	13,74	18,85[-2]	61,98[-2]	–[-2]	0,74[-2]	6,54[-2]	11,89[-2]	Costa Rica	
23,13	64,58	0,63	0,12	11,25	0,30	2,75[-1]	11,73[-1]	74,33[-1]	2,63[-1]	9,15[-1]	–[-1]	El Salvador	
0,19[h]	41,21[h]	7,45[h]	0,51[h]	9,80[h]	40,84[h]	0,42[-2,h]	28,45[-2,h]	8,09[-2,h]	0,47[-2,h]	4,46[-2,h]	58,12[-2,h]	Équateur	
–	22,78[q]	29,48[q]	–	47,74[q]	–	–[-1]	23,51[-1,q]	27,48[-1,q]	–[-1]	49,01[-1,q]	–[-1]	Guatemala	
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	Guyana	
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	Honduras	
39,06	53,17	5,75	0,27	1,75	–	31,65	65,50	1,52	0,67	0,66	–	Mexique	
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	Nicaragua	
3,61	50,00	4,99	16,43	24,95	0,01	18,86[-2]	46,73[-2]	5,00[-2]	8,66[-2]	20,73[-2]	0,02[-2]	Panama	
0,25[-1]	76,20[-1]	9,20[-1]	2,10[-1]	12,25[-1]	–[-1]	0,85[-1]	82,55[-1]	3,71[-1]	2,86[-1]	7,71[-1]	2,32[-1]	Paraguay	
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	Pérou	
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	Suriname	
38,86	32,99	24,62	0,59	1,83	1,11	15,03[-1]	32,97[-1]	43,43[-1]	0,92[-1]	7,65[-1]	–[-1]	Uruguay	
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	Venezuela	
												Caraïbes	
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	Antigua-et-Barbuda	
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	Bahamas	
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	Barbade	
15,01	75,01	–	–	9,98	–	19,99	69,99	–	–	10,02	–	Cuba	
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	Dominique	
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	Grenade	
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	Haïti	
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	Jamaïque	
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	République dominicaine	
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	Saint-Kitts-et-Nevis	
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	Saint-Vincent-et-les Grenadines	
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	Sainte-Lucie	
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	Trinité-et-Tobago	
												Union européenne	
66,13	29,77	–	0,26	3,85	–	66,07[-1]	29,21[-1]	–[-1]	0,39[-1]	4,32[-1]	–[-1]	Allemagne	
47,06	34,91	0,67	0,56	16,79	–	44,12[r,v]	39,07[c,r,v]	–[g]	0,46[r,v]	16,36[r,v]	–	Autriche	
58,62	25,31	3,21	0,75	12,11	–	60,15[-2]	23,42[-2]	2,87[-2]	0,60[-2]	12,96[-2]	–[-2]	Belgique	
30,23	60,47	0,74	0,18	8,38	–	19,51	31,62	0,13	0,46	48,27	–	Bulgarie	
15,73	69,00	2,76	0,45	12,06	–	10,86[-1]	66,38[-1]	4,59[-1]	0,69[-1]	17,48[-1]	–[-1]	Chypre	
39,79	51,19	1,95	0,12	6,96	–	42,79	39,74	1,68	0,31	15,50	–	Croatie	
62,14	26,14	–[g]	3,12	8,61	–	59,78[r,v]	29,27[r,v]	–[g]	3,78[r,v]	7,18[r,v]	–	Danemark	
43,36	47,10	3,45	0,63	5,46	–	46,30	41,63	4,08	0,63	7,36	–	Espagne	
38,49	48,82	0,69	0,68	11,33	–	42,05	47,22	0,27	0,11	10,34	–	Estonie	
68,10	24,00	0,14	1,15	6,61	–	60,84	26,03[s]	0,23	1,36	11,54	–	Finlande	
52,27	38,71	1,20	0,79	7,03	–	55,38[-1,s]	34,97[-1,s]	1,22[-1,s]	0,82[-1,s]	7,62[-1,s]	–[-1]	France	
33,48[r]	54,75[r]	2,12[r]	0,94[r]	8,71[r]	–	30,28	52,27	2,60	0,86	13,98	–	Grèce	
46,43	41,98	–	0,69	10,90	–	46,80	35,88	–	0,75	16,57	–	Hongrie	
52,09[r]	29,80[r]	1,11[r]	0,50[r]	16,51[r]	–	50,34[-1,r]	27,26[-1,r]	0,64[-1,r]	0,41[-1,r]	21,36[-1,r]	–[-1]	Irlande	
44,16	42,15	1,26	3,01	9,42	–	44,29[-1]	42,55[-1]	0,94[-1]	2,78[-1]	9,45[-1]	–[-1]	Italie	
36,90	44,74	3,00	–	15,36	–	21,79	23,94	2,65	–	51,61	–	Lettonie	
30,81	52,68	3,21	0,29	13,01	–	27,47	34,54	0,13	0,75	37,11	–	Lituanie	
70,27	24,26	0,04	0,07	5,37	–	47,81[-2]	30,52[-2]	0,06[-2]	1,20[-2]	20,41[-2]	–[-2]	Luxembourg	
51,57	30,01	0,00	0,05	18,37	–	44,35[v]	33,86[v]	1,29[v]	0,18[v]	20,33[v]	–	Malte	
45,15	40,89	0,29	2,82	10,85	–	47,10[s,v]	34,33[s,v]	0,39[s,v]	3,91[s,v]	14,27[s,v]	–	Pays-Bas	
27,10	60,44	6,70	0,26	5,50	–	37,33	47,24	2,13	0,18	13,12	–	Pologne	
43,87	45,46	2,85	3,73	4,09	–	46,04[-1]	43,13[-1]	3,58[-1]	2,08[-1]	5,17[-1]	–[-1]	Portugal	
39,76	47,77	1,18	0,02	11,28	–	37,60	34,74	0,45	0,06	27,15	–	République tchèque	
34,75	54,92	1,91	0,08	8,34	–	31,02[s]	52,29[s]	1,15[s]	0,05[s]	15,50[s]	–	Roumanie	
44,54[r]	32,55	1,28[r]	4,99[r]	16,64[r]	–	46,55[r,v]	26,99[r,v]	1,09[r,v]	4,73[r,v]	20,65[r,v]	–	Royaume-Uni	
35,11	50,56[q]	0,59	0,96	12,78	–	40,19	38,90[q]	2,74	0,20	17,97	–	Slovaquie	
57,98	35,66	0,29	0,03	6,04	–	63,85[s]	26,87[s]	0,35[s]	0,02[s]	8,91[s]	–	Slovénie	
59,14	27,26	0,63	2,58	10,39	–	60,95[q]	28,20[q]	0,99[q]	3,05[q]	6,80[q]	–	Suède	
												Europe du Sud-Est	
3,26[-1,q]	80,80[-1,q]	8,57[-1,q]	0,00[-1]	7,37[-1,q]	–[-1]	–	–	–	–	–	–	Albanie	
–	–	–	–	–	–	1,83	25,35	0,00	0,00	53,90	18,92	Bosnie-Herzégovine	
7,79[-7,r]	76,31[-7,r]	7,33[-7,r]	0,02[-7,r]	8,55[-7,r]	–[-7]	–	–	–	–	–	–	Macédoine, ex-République yougoslave de	
–	–	–	–	–	–	42,32	31,66	3,50	0,02	22,52	–	Monténégro	
8,33	62,87	20,86	0,76	7,18	–	7,53	59,51	25,12	0,03	7,81	–	Serbie	

Tableau S2 : Dépenses de R&D par secteur d'activité et source de financement, 2009 et 2013 (%)

	Dépenses de R&D par secteur d'activité (%)									
	2009					2013				
	Entreprises commerciales	Gouvernement	Enseignement supérieur	Secteur privé à but non lucratif	Non classées ailleurs	Entreprises commerciales	Gouvernement	Enseignement supérieur	Secteur privé à but non lucratif	Non classées ailleurs
Europe (autres) et Asie de l'Ouest										
Arménie	–	89,65[q]	10,35[q]	–	–	–	88,63[q]	11,37[q]	–	–
Azerbaïdjan	22,00	71,73	6,27	0,00	–	10,33	85,49	4,02	0,16	–
Bélarus	56,39	29,96	13,62	0,03	–	65,32	23,82	10,84	0,02	–
Fédération de Russie	62,38	30,26	7,13	0,23	–	60,60	30,26	9,01	0,13	–
Géorgie	–[-4]	73,18[-4]	26,82[-4]	–[-4]	–[-4]	–	72,31[s,u]	27,69[s,u]	–	–
Iran, République islamique d'	10,61[-1]	56,07[-1]	33,32[-1]	–[-1]	–[-1]	–	–	–	–	–
Israël	83,53[p]	1,85[p]	13,32[p]	1,30[p]	–	82,74[p]	2,13[p]	14,07[p]	1,05[p]	–
Moldova, République de	11,30	77,08	11,62	–	–	19,86	69,78	10,37	–	–
Turquie	40,00	12,57	47,43	–	–	47,49	10,42	42,09	–	–
Ukraine	54,77	38,68	6,54	0,00	–	55,26	38,58	6,17	–	–
Association européenne de libre-échange										
Islande	50,32	22,09	25,13	2,46	–	53,14[-2]	17,74[-2,s]	26,37[-2]	2,75[-2,s]	–[-2]
Liechtenstein	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Norvège	51,57	16,38	32,04	–	–	52,54	15,97	31,50	–	–
Suisse	73,50[-1]	0,74[-1]	24,17[-1]	1,60[-1]	–[-1]	69,26[-1]	0,76[-1]	28,15[-1]	1,84[-1]	–[-1]
Afrique subsaharienne										
Afrique du Sud	53,16	21,60	24,34	0,90	–	44,28[-1]	22,89[-1]	30,72[-1]	2,11[-1]	–[-1]
Angola	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Bénin	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Botswana	15,57[-4]	79,40[-4]	1,21[-4]	3,83[-4]	–[-4]	10,71[-1,s]	41,63[-1,s]	22,95[-1,s]	24,71[-1,s]	–[-1]
Burkina Faso	–[-2]	72,22[-2]	–[-2]	21,12[-2]	6,67[-2]	–	–	–	–	–
Burundi	–[-1]	92,83[-1,q]	6,96[-1,q]	0,21[-1,q]	–[-1]	–[-3]	87,15[-3,q]	4,81[-3,q]	8,04[-3,q]	–[-3]
Cabo Verde	–	–	–	–	–	–[-2]	–[-2]	100,00[-2]	–[-2]	–[-2]
Cameroun	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Comores	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Congo	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Congo, Rép. dém. du	–	100,00	–	–	–	–	–	–	–	–
Côte d'Ivoire	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Djibouti	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Érythrée	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Éthiopie	–[-2]	84,41[-2]	14,60[-2]	0,99[-2]	–[-2]	1,17	24,49	74,10	0,23	–
Gabon	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Gambie	–	–	–	–	–	–[-2]	54,44[-2,b]	–[-2]	45,56[-2,b]	–[-2]
Ghana	4,94[-2]	92,76[-2]	2,30[-2]	–[-2]	–[-2]	0,15[-3,s]	96,05[-3,s]	3,80[-3]	0,01[-3]	–[-3]
Guinée	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Guinée-Bissau	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Guinée équatoriale	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Kenya	11,68[-2]	35,36[-2]	29,84[-2]	23,12[-2]	–[-2]	8,66[-3,s]	40,64[-3,s]	39,05[-3,s]	11,65[-3,s]	–[-3]
Lesotho	–	7,67[q]	92,33[q]	–	–	–[-2]	–[-2]	100,00[-2,q]	–[-2]	–[-2]
Libéria	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Madagascar	–	34,50	65,50	–	–	–[-2]	56,39[-2,s]	43,61[-2,s]	–[-2]	–[-2]
Malawi	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Mali	2,97[-2,q]	–[-2]	97,03[-2,q]	–[-2]	–[-2]	–[-3]	82,58[-3]	17,42[-3]	–[-3]	–[-3]
Maurice	–	–	–	–	–	–[-1]	73,36[-1]	24,76[-1]	1,86[-1]	–[-1]
Mozambique	–[-1]	95,45[-1]	–[-1]	4,55[-1]	–[-1]	–[-3]	54,88[-3]	35,99[-3]	9,13[-3]	–[-3]
Namibie	–	–	–	–	–	12,82[-3]	–[-3]	87,18[-3]	–[-3]	–[-3]
Niger	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Nigéria	–[-2]	35,19[-2]	64,81[-2]	–[-2]	–[-2]	–	–	–	–	–
Ouganda	8,23	64,35	17,56	9,85	–	34,77[-3,s]	38,58[-3]	25,41[-3]	1,25[-3]	–[-3]
République centrafricaine	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Rwanda	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Sao Tomé-et-Principe	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Sénégal	0,86[-1]	33,48[-1]	40,66[-1]	25,00[-1]	–[-1]	0,34[-3]	52,05[-3]	31,43[-3]	16,18[-3]	–[-3]
Seychelles	–[-4]	97,05[-4]	–[-4]	2,95[-4]	–[-4]	–	–	–	–	–
Sierra Leone	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Somalie	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Soudan du Sud	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Swaziland	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Tanzanie	–[-2]	42,10[-2]	54,12[-2]	3,79[-2]	–[-2]	–[-3]	13,75[-3]	86,25[-3]	–[-3]	–[-3]
Tchad	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Togo	–	–	–	–	–	–[-1]	39,83[-1]	60,17[-1]	–[-1]	–[-1]
Zambie	2,02[-1]	19,32[-1]	78,17[-1]	0,48[-1]	–[-1]	–	–	–	–	–
Zimbabwe	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
États arabes										
Algérie	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Arabie saoudite	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Bahreïn	–	–	–	–	–	–	–	100,00[q]	–	–
Égypte	–	45,41	54,72	–	–	–	44,54	55,46	–	–
Émirats arabes unis	–	–	–	–	–	28,62[-2,r]	39,65[-2,r]	29,33[-2,r]	2,40[-2,r]	–[-2,r]

Dépenses de R&D par source de financement (%)													
2009						2013							
Entreprises commerciales	Gouvernement	Enseignement supérieur	Secteur privé à but non lucratif	Source étrangère	Non classées ailleurs	Entreprises commerciales	Gouvernement	Enseignement supérieur	Secteur privé à but non lucratif	Source étrangère	Non classées ailleurs		
												Europe (autres) et Asie de l'Ouest	
–	55,57[q]	0,00	–	3,91[q]	40,51[q]	–	66,31[q]	–	–	2,79[q]	30,90[q]	Arménie	
24,76	74,35	0,00[g]	0,82	0,07	–	30,49[s]	68,20[s]	0,82[s]	0,33	0,16	–	Azerbaïdjan	
28,82	62,56	0,00	0,13	8,49	–	43,79	48,26	–	–	7,95	–	Bélarus	
26,59	66,46	0,39	0,10	6,46	–	28,16	67,64	1,04	0,12	3,03	–	Fédération de Russie	
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	Géorgie	
30,92[-1]	61,64[-1]	7,45[-1]	–[-1]	–[-1]	–[-1]	–	–	–	–	–	–	Iran, République islamique d'	
37,53[p]	12,84[p]	1,29[p]	1,65[p]	46,70[p]	–	35,60[-1,p]	12,13[-1,p]	1,75[-1,p]	1,74[-1,p]	48,77[-1,p]	–[-1]	Israël	
–[g]	–[g]	–[g]	–[g]	6,49	93,51	–[g]	–[g]	–[g]	–[g]	11,80	88,20	Moldova, République de	
40,97	33,96	20,29	3,66	1,13	–	48,87	26,55	20,44	3,30	0,83	–	Turquie	
25,90	49,77	0,31	0,08	22,29	1,65	28,99	47,73	0,18	0,14	21,61	1,34	Ukraine	
												Association européenne de libre-échange	
47,81	40,24	0,00	0,58	11,38	–	49,85[-2,s]	39,99[-2,s]	1,36[-2,s]	0,58[-2,s]	8,22[-2,s]	–[-2]	Islande	
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	Liechtenstein	
43,61	46,77	0,43	0,99	8,20	–	43,15	45,79	0,53	1,02	9,51	–	Norvège	
68,19[-1]	22,84[-1]	2,33[-1]	0,69[-1]	5,95[-1]	–[-1]	60,78[-1]	25,42[-1]	1,16[-1]	0,57[-1]	12,07[-1]	–[-1]	Suisse	
												Afrique subsaharienne	
42,51	44,44	0,05	0,88	12,11	–	38,34[-1]	45,38[-1]	0,77[-1]	2,46[-1]	13,06[-1]	–[-1]	Afrique du Sud	
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	Angola	
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	Bénin	
–	–	–	–	–	–	5,81[-1]	73,88[-1]	12,56[-1]	0,74[-1]	6,81[-1]	0,20[-1]	Botswana	
11,93	9,05	12,22	1,27	59,61	5,92	–	–	–	–	–	–	Burkina Faso	
–[-1]	59,87[-1,q]	0,21[-1,q]	–[-1]	39,92[-1,q]	–[-1]	–	–	–	–	–	–	Burundi	
–	–	–	–	–	–	–[-2]	100,00[-2,l,q]	–[-2]	–[-2]	–[-2]	–[-2]	Cabo Verde	
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	Cameroun	
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	Comores	
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	Congo	
–	100,00	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	Congo, Rép. dém. du	
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	Côte d'Ivoire	
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	Djibouti	
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	Érythrée	
–[-2]	71,74[-2]	0,00[-2,g]	0,73[-2]	27,00[-2]	0,53[-2]	0,75	79,07	1,80	0,23	2,15	16,01	Éthiopie	
29,26	58,09	9,55	–	3,09	0,01	–	–	–	–	–	–	Gabon	
–	–	–	–	–	–	–[-2]	38,54[-2,b]	–[-2]	45,56[-2,b]	15,90[-2,b]	–[-2]	Gambie	
50,86[-2]	36,55[-2]	0,65[-2]	–[-2]	11,95[-2]	–[-2]	0,10[-3,s]	68,30[-3,s]	0,27[-3]	0,11[-3]	31,22[-3]	–[-3]	Ghana	
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	Guinée	
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	Guinée-Bissau	
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	Guinée équatoriale	
16,83[-2]	26,15[-2]	26,16[-2]	13,24[-2]	17,62[-2]	–[-2]	4,34[-3,s]	25,96[-3,s]	19,03[-3,s]	3,53[-3,s]	47,14[-3,s]	–[-3]	Kenya	
3,38[q]	14,96[q]	2,80[q]	–	–	78,86[q]	–[-2]	–[-2]	44,66[-2,c,q]	–[-2]	3,45[-2,q]	51,89[-2,q]	Lesotho	
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	Libéria	
–	89,42[e]	–[n]	–	10,58	–	–[-2]	100,00[-2,e,s]	–[-2,n]	–[-2]	–[-2]	–[-2]	Madagascar	
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	Malawi	
10,10[-2,q]	40,86[-2,q]	–[-2]	–[-2]	49,04[-2,q]	–[-2]	–[-3]	91,19[-3,s]	–[-3]	–[-3]	8,81[-3]	–[-3]	Mali	
–[-4]	100,00[-4,b,u]	–[-4]	–[-4]	–[-4]	–[-4]	0,27[-1,h]	72,43[-1,h]	20,73[-1,h]	0,11[-1,h]	6,43[-1,h]	–[-1]	Maurice	
–[-1]	31,13[-1]	–[-1]	4,55[-1]	64,32[-1]	–[-1]	–[-3]	18,84[-3,e]	–[-3,n]	3,02[-3]	78,14[-3]	–[-3]	Mozambique	
–	–	–	–	–	–	19,83[-3]	78,64[-3]	–[-3]	–[-3]	1,53[-3]	–[-3]	Namibie	
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	Niger	
0,16[-2]	96,36[-2]	0,08[-2]	1,73[-2]	1,04[-2]	0,64[-2]	–	–	–	–	–	–	Nigéria	
8,23	48,07	17,56	0,08	26,06	–	13,67[-3]	21,94[-3]	1,04[-3]	6,05[-3]	57,30[-3]	–[-3]	Ouganda	
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	République centrafricaine	
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	Rwanda	
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	Sao Tomé-et-Principe	
4,04[-1]	57,06[-1]	0,30[-1]	0,27[-1]	38,27[-1]	0,05[-1]	4,10[-3]	47,62[-3]	0,03[-3]	3,23[-3]	40,53[-3]	4,49[-3]	Sénégal	
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	Seychelles	
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	Sierra Leone	
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	Somalie	
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	Soudan du Sud	
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	Swaziland	
–[-2]	60,58[-2]	0,00[-2]	1,06[-2]	38,36[-2]	–[-2]	0,08[-3]	57,53[-3]	0,33[-3]	0,05[-3]	42,00[-3]	–[-3]	Tanzanie	
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	Tchad	
–	–	–	–	–	–	–[-1]	84,87[-1]	–[-1]	3,08[-1]	12,06[-1]	–[-1]	Togo	
3,23[-1]	94,83[-1]	–[-1]	0,32[-1]	1,62[-1]	–[-1]	–	–	–	–	–	–	Zambie	
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	Zimbabwe	
												États arabes	
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	Algérie	
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	Arabie saoudite	
–	–	–	–	–	–	0,00[l,q]	68,40[l,q]	0,00[l,q]	1,16[l,q]	30,44[l,q]	–[l,q]	Bahreïn	
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	Égypte	
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	Émirats arabes unis	

Tableau S2 : Dépenses de R&D par secteur d'activité et source de financement, 2009 et 2013 (%)

	Dépenses de R&D par secteur d'activité (%)									
	2009					2013				
	Entreprises commerciales	Gouvernement	Enseignement supérieur	Secteur privé à but non lucratif	Non classées ailleurs	Entreprises commerciales	Gouvernement	Enseignement supérieur	Secteur privé à but non lucratif	Non classées ailleurs
Iraq	–	93,84	6,16	–	–	–[-2]	91,96[-2]	8,04[-2]	–[-2]	–[-2]
Jordanie	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Koweït	–	100,00	–	–	–	–	38,91	60,85	–	0,25
Liban	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Libye	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Maroc	22,05[-3]	25,60[-3]	52,35[-3]	–[-3]	–[-3]	29,94[-3]	23,07[-3]	47,00[-3]	–[-3]	–[-3]
Mauritanie	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Oman	–	–	–	–	–	24,08	41,58	34,33	0,01	–
Palestine	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Qatar	–	–	–	–	–	25,84[-1]	32,28[-1]	41,88[-1]	–[-1]	–[-1]
République arabe syrienne	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Soudan	33,71[-4,r]	39,20[-4,r]	27,09[-4,r]	–[-4]	–[-4]	–	–	–	–	–
Tunisie	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Yémen	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Asie centrale										
Kazakhstan	32,75	38,51	15,19	13,55	–	29,43	29,68	30,69	10,20	–
Kirghizistan	23,36	65,18	11,46	0,00	–	23,33[-2]	62,04[-2]	14,63[-2]	0,00[-2]	–[-2]
Mongolie	5,52[q]	64,37	9,69[q]	0,00[q]	20,41[q]	5,45[q]	84,30[q]	10,25[q]	–	–
Ouzbékistan	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Tadjikistan	–	86,22	13,78	–	–	–	88,26	11,74	–	–
Turkménistan	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Asie du Sud										
Afghanistan	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Bangladesh	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Bhoutan	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Inde	34,16[f]	61,69	4,15	0,00[m]	–	35,46[-2,f]	60,48[-2]	4,06[-2]	0,00[-2,m]	–[-2]
Maldives	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Népal	–	100,00[u]	–	–	–	–[-3]	100,00[-3,u]	–[-3]	–[-3]	–[-3]
Pakistan	–	74,99	25,01	–	–	–	67,06	32,94	–	–
Sri Lanka	18,32[-1,f]	56,91[-1]	24,78[-1]	0,00[-1,m]	–[-1]	43,75[-3,s]	44,75[-3]	11,49[-3]	0,02[-3,q,s]	–[-3]
Asie du Sud-Est										
Brunéi Darussalam	–[-5]	91,59[-5]	8,41[-5]	0,00[-5]	–[-5]	–	–	–	–	–
Cambodge	12,08[-7,q,r]	25,33[-7,q,r]	11,80[-7,q,r]	50,79[-7,q,r]	–[-7,r]	–	–	–	–	–
Chine	73,23	18,71	8,07	–	–	76,61	16,16	7,23	–	–
Chine (Hong Kong, SAR)	42,65[f]	4,08	53,26	0,00[m]	–	44,87[-1,f]	4,00[-1]	51,14[-1]	–[-1,m]	–[-1]
Chine (Macao, SAR)	0,00[-1]	0,00[-1]	98,63[-1]	1,37[-1]	–[-1]	0,37	–	96,24	2,87	0,51
Indonésie	18,85[r]	43,22[r]	37,93[r]	–	–	25,68[r]	39,39[r]	34,93[r]	–	–[r]
Japon	75,76	9,21	13,41	1,61	–	76,09	9,17	13,47	1,28	–
Malaisie	69,86	6,38	23,77	0,00	–	64,45[-1]	6,88[-1]	28,67[-1]	0,01[-1]	–[-1]
Myanmar	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Philippines	56,95[-2]	17,65[-2]	23,25[-2]	2,15[-2]	–[-2]	–	–	–	–	–
République de Corée	74,26	13,02	11,08	1,64	–	78,51	10,91	9,24	1,33	–
République démocratique populaire lao	36,89[-7,q]	50,91[-7,q]	12,20[-7,q]	0,00[-7]	–[-7]	–	–	–	–	–
République populaire démocratique de Corée	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Singapour	61,63	11,30	27,06	–	–	60,94[-1]	10,01[-1]	29,05[-1]	–[-1]	–[-1]
Thaïlande	41,21	32,75	24,94	1,11	–	50,61[-2]	18,87[-2]	30,14[-2]	0,38[-2]	–[-2]
Timor-Leste	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Viet Nam	14,55[-7]	66,43[-7]	17,91[-7]	1,12[-7]	–[-7]	26,01[-2]	58,32[-2]	14,37[-2]	1,29[-2]	–[-2]
Océanie										
Australie	61,10[-1]	12,09[-1]	24,18[-1]	2,63[-1]	–[-1]	57,86[-2]	11,21[-2,r]	28,06[-2,r]	2,98[-2,r]	–[-2]
Fidji	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Îles Cook	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Îles Marshall	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Îles Salomon	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Kiribati	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Micronésie	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Nauru	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Nioué	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Nouvelle-Zélande	41,76	25,28	32,96	–	–	45,45[-2]	22,70[-2]	31,85[-2]	–[-2]	–[-2]
Palaos	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Papouasie-Nouvelle-Guinée	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Samoa	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Tonga	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Tuvalu	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Vanuatu	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Source : Institut de statistique de l'UNESCO (ISU), août 2015

N.B. La légende applicable à l'ensemble des tableaux est expliquée à la fin du tableau S10.

Dépenses de R&D par source de financement (%)													
2009						2013							
Entreprises commerciales	Gouvernement	Enseignement supérieur	Secteur privé à but non lucratif	Source étrangère	Non classées ailleurs	Entreprises commerciales	Gouvernement	Enseignement supérieur	Secteur privé à but non lucratif	Source étrangère	Non classées ailleurs		
–	100,00[e]	–[n]	–	–	–	0,00[-2]	100,00[-2,e]	–[-2,n]	0,00[-2]	0,00[-2]	–[-2]	Iraq	
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	Jordanie	
2,33[k]	96,49[k]	–	–	1,18[k]	–	1,41[h]	92,95[h]	0,17[h]	5,47[h]	0,00[h]	–[h]	Koweït	
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	Liban	
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	Libye	
22,70[-3]	26,12[-3]	48,56[-3]	–[-3]	2,61[-3]	–[-3]	29,94[-3]	23,07[-3]	45,28[-3]	–[-3]	1,71[-3]	–[-3]	Maroc	
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	Mauritanie	
–	–	–	–	–	–	24,55	48,60	24,44	0,07	0,00	2,34[r]	Oman	
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	Palestine	
–	–	–	–	–	–	24,18[-1]	31,18[-1]	36,56[-1]	5,60[-1]	2,42[-1]	0,05[-1]	Qatar	
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	République arabe syrienne	
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	Soudan	
16,00	79,00[e]	–[n]	0,00	5,10	–	18,70[-1]	76,90[-1,e]	–[-1,n]	0,00[-1]	4,40[-1]	–[-1]	Tunisie	
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	Yémen	
												Asie centrale	
50,74[-1]	31,37[-1]	14,74[-1]	2,20[-1]	0,96[-1]	–[-1]	28,92	63,68	–	–	0,76	6,64	Kazakhstan	
36,38[-4]	63,62[-4]	0,00[-4]	0,00[-4]	0,01[-4]	–[-4]	38,58[-2,s]	57,66[-2,s]	1,43[-2,s]	0,00[-2]	0,87[-2,s]	1,45[-2,s]	Kirghizistan	
2,90[q]	61,52[q]	1,96[q]	0,00	1,44[q]	32,17[q]	8,31[q]	73,95[q]	1,83[q]	–	4,90[q]	11,02[q]	Mongolie	
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	Ouzbékistan	
1,08[t]	82,07[t]	0,64[t]	–	–	16,14[t]	–	92,45	0,21	–	0,21	7,13	Tadjikistan	
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	Turkménistan	
												Asie du Sud	
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	Afghanistan	
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	Bangladesh	
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	Bhoutan	
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	Inde	
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	Maldives	
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	Népal	
–	84,03	12,11	1,66	0,92	1,28	–	75,26[h]	20,00[h]	1,71[h]	1,31[h]	1,71[h]	Pakistan	
19,89[-1,f]	71,80[-1,e]	0,00[-1,n]	0,00[-1,m]	4,27[-1]	4,04[-1]	40,93[-3,s]	55,90[-3]	0,19[-3]	0,00[-3]	2,72[-3]	0,26[-3]	Sri Lanka	
												Asie du Sud-Est	
1,58[-5]	91,01[-5]	7,41[-5]	0,00[-5]	0,00[-5]	–[-5]	–	–	–	–	–	–	Brunéi Darussalam	
–[-7]	17,93[-7,q,r]	–[-7]	43,00[-7,q,r]	28,44[-7,q,r]	10,62[-7,q,r]	–	–	–	–	–	–	Cambodge	
71,74[t]	23,41[t]	–	–	1,35[t]	–	74,60[t]	21,11[t]	–	–	0,89[t]	–	Chine	
45,83[r]	47,96	0,12	0,00[m]	6,09	–	49,73[-1,f]	45,60[-1]	0,02[-1]	–[-1,m]	4,65[-1]	–[-1]	Chine (Hong Kong, SAR)	
0,18[-1]	91,74[-1]	6,42[-1]	1,37[-1]	0,00[-1]	0,28[-1]	–	90,55	8,13	1,32	0,00	–	Chine (Macao, SAR)	
14,69[-8,f,q]	84,51[-8]	0,15[-8]	0,00[-8,m]	–[-8]	0,65[-8]	–	–	–	–	–	–	Indonésie	
75,27	17,67[r]	5,91[r]	0,74	0,42	–	75,48	17,30[r]	5,86[r]	0,83	0,52	–	Japon	
68,52	27,12	4,08	0,00	0,23	0,05	60,20[-1]	29,68[-1]	2,50[-1]	0,00[-1]	4,59[-1]	3,03[-1]	Malaisie	
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	Myanmar	
61,96[-2]	26,08[-2]	6,38[-2]	0,91[-2]	4,12[-2]	0,55[-2]	–	–	–	–	–	–	Philippines	
71,08	27,40	0,90	0,41	0,21	–	75,68	22,83	0,73	0,46	0,30	–	République de Corée	
36,01[-7,q]	8,00[-7,q]	2,00[-7,q]	0,00[-7,g]	53,99[-7,q]	–[-7]	–	–	–	–	–	–	République démocratique populaire lao	
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	République populaire démocratique de Corée	
52,14	40,38	1,54	–	5,95	–	53,37[-1]	38,54[-1]	2,18[-1]	–[-1]	5,91[-1]	–[-1]	Singapour	
41,43	37,89	17,80	0,32	1,00	1,57	51,74[-2]	30,48[-2]	13,48[-2]	0,46[-2]	2,50[-2]	1,34[-2]	Thaïlande	
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	Timor-Leste	
18,06[-7]	74,11[-7]	0,66[-7,f]	0,00[-7,g]	6,33[-7]	0,84[-7]	28,40[-2]	64,47[-2]	3,13[-2]	0,00[-2]	3,99[-2]	–[-2]	Viet Nam	
												Océanie	
61,91[-1]	34,60[-1]	0,12[-1]	1,77[-1]	1,61[-1]	–[-1]	–	–	–	–	–	–	Australie	
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	Fidji	
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	Îles Cook	
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	Îles Marshall	
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	Îles Salomon	
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	Kiribati	
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	Micronésie	
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	Nauru	
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	Nioué	
39,01	44,72	8,30	2,84	5,22	–	39,96[-2]	41,41[-2]	9,45[-2]	2,78[-2]	6,32[-2]	–[-2]	Nouvelle-Zélande	
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	Palaos	
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	Papouasie-Nouvelle-Guinée	
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	Samoa	
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	Tonga	
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	Tuvalu	
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	Vanuatu	

Tableau S3 : Dépenses de R&D en pourcentage du PIB et en dollars en parité de pouvoir d'achat (PPA), 2009-2013

	Dépenses de R&D en pourcentage du PIB					Dépenses de R&D en milliers de dollars PPA courants		Dépenses de R&D par habitant (dollars PPA courants)	
	2009	2010	2011	2012	2013	2009	2013	2009	2013
Amérique du Nord									
Canada	1,92	1,84	1,79	1,72	1,63[v]	25 027 663	24 565 364[v]	741,5	698,2[v]
États-Unis d'Amérique	2,82[o]	2,74[o]	2,77[o]	2,81[o,v]	–	406 000 000[o]	453 544 000[-1,o,v]	1 311,8[o]	1 428,5[-1,o,v]
Amérique latine									
Argentine	0,48	0,49	0,52	0,58	–	3 418 556	5 159 124[-1]	85,4	125,6[-1]
Belize	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Bolivie	0,16	–	–	–	–	78 248	–	7,8	–
Brésil	1,15	1,20	1,20	1,24	–	28 401 334	35 780 779[-1]	146,8	180,1[-1]
Chili	0,35	0,33	0,35	0,36	–	963 991	1 343 656[-1]	56,7	76,9[-1]
Colombie	0,21	0,21	0,22	0,22	0,23	973 270	1 365 135	21,2	28,3
Costa Rica	0,54	0,48	0,47	–	–	287 185	285 072[-2]	62,4	60,2[-2]
Équateur	0,39	0,40	0,34	–	–	515 346	512 117[-2]	34,9	33,6[-2]
El Salvador	0,08	0,07	0,03	0,03	–	33 277	14 554[-1]	5,4	2,3[-1]
Guatemala	0,06[q]	0,04[q]	0,05[q]	0,04[q]	–	51 110[q]	47 958[-1,q]	3,7[q]	3,2[-1,q]
Guyana	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Honduras	0,04[-5]	–	–	–	–	9 214[-5]	–	1,4[-5]	–
Mexique	0,43	0,45	0,42	0,43	0,50	7 008 035	9 984 730	60,2	81,6
Nicaragua	0,03[-7]	–	–	–	–	5 307[-7]	–	1,0[-7]	–
Panama	0,14	0,15	0,18	–	–	69 339	109 671[-2]	19,2	29,3[-2]
Paraguay	0,05[-1]	–	0,06	0,09	–	21 903[-1]	41 865[-1]	3,5[-1]	6,3[-1]
Pérou	0,16[-5]	–	–	–	–	263 109[-5]	–	9,6[-5]	–
Suriname	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Uruguay	0,44	0,41	0,42	0,24	–	218 160	151 748[-1]	64,9	44,7[-1]
Venezuela	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Caraïbes									
Antigua-et-Barbuda	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Bahamas	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Barbade	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Cuba	0,61	0,61	0,27[s]	0,41[s]	0,47	1 199 443	582 720[-2,s]	106,3	51,7[-2,s]
Dominique	–	–	–	–	–	–	–	–	–
République dominicaine	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Grenade	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Haïti	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Jamaïque	0,06[-7]	–	–	–	–	8 586[-8]	–	3,3[-8]	–
Saint-Kitts-et-Nevis	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Sainte-Lucie	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Saint-Vincent-et-les Grenadines	0,12[-7]	–	–	–	–	874[-7]	–	8,1[-7]	–
Trinité-et-Tobago	0,06	0,05	0,04	0,05	–	21 309	19 232[-1]	16,1	14,4[-1]
Union européenne									
Autriche	2,61	2,74[r]	2,68	2,81[r]	2,81[r,v]	8 860 472	10 752 629[r,v]	1 058,4	1 265,7[r,v]
Allemagne	2,73	2,72	2,80	2,88	2,85[r,v]	82 822 155	100 991 319[r,v]	995,7	1 220,8[r,v]
Belgique	1,97	2,05	2,15	2,24[r]	2,28[v]	8 044 797	10 603 427[v]	740,6	954,9[v]
Bulgarie	0,51	0,59	0,55	0,62	0,65	548 901	742 690	73,7	102,8
Chypre	0,49	0,49	0,50	0,47	0,52[v]	124 114	127 783[v]	113,8	112,0[v]
Croatie	0,84	0,74	0,75	0,75	0,81	725 389	739 806	166,8	172,5
Danemark	3,07	2,94	2,97	3,02	3,06[r,v]	6 717 152	7 513 404[r,v]	1 215,9	1 337,1[r,v]
Espagne	1,35	1,35	1,32	1,27	1,24	20 554 768	19 133 196	449,2	407,7
Estonie	1,40	1,58	2,34	2,16	1,74	376 400	592 193	288,9	460,0
Finlande	3,75	3,73	3,64	3,43	3,32	7 514 757	7 175 592	1 406,2	1 322,4[r,v]
France	2,21	2,18[s]	2,19	2,23	2,23[v]	49 757 013	55 218 177[s,v]	791,2	858,9[s,v]
Grèce	0,63[r]	0,60[r]	0,67	0,69	0,80	2 130 452[r]	2 273 861	192,0[r]	204,3
Hongrie	1,14	1,15	1,20	1,27	1,41	2 382 736	3 249 569	237,5	326,4
Irlande	1,63[r]	1,62[r]	1,53[r]	1,58[r]	–	3 066 688[r]	3 271 465[-1,r]	695,3[r]	714,9[-1,r]
Italie	1,22	1,22	1,21	1,26	1,25[v]	24 648 791	26 520 408[v]	409,3	434,8[v]
Lettonie	0,46	0,60	0,70	0,66	0,60	165 357	271 937	78,3	132,6
Lituanie	0,84	0,79	0,91	0,91	0,96	479 801	723 289	154,7	239,7
Luxembourg	1,72	1,50	1,41	1,16[s]	1,16[v]	683 894	571 469[s,v]	1 373,0	1 077,5[s,v]
Malte	0,54	0,68	0,72	0,90	0,89[v]	58 056	109 275[v]	137,3	254,7[v]
Pays-Bas	1,69	1,72	1,89[s]	1,97	1,98[v]	12 370 154	15 376 725[s,v]	746,9	917,5[s,v]
Pologne	0,67	0,72	0,75	0,89	0,87	4 864 696	7 918 126	127,4	207,2
Portugal	1,58	1,53	1,46	1,37	1,36[v]	4 376 952	3 942 649[v]	413,7	371,7[v]
République tchèque	1,30	1,34	1,56	1,79	1,91	3 660 339	5 812 939	349,1	543,2
Roumanie	0,47	0,46	0,50[s]	0,49	0,39	1 487 584	1 480 720[s]	67,9	68,2[s]
Royaume-Uni	1,75[r]	1,69[r]	1,69	1,63[r]	1,63[r,v]	39 432 832[r]	39 858 849[r,v]	639,1[r]	631,3[r,v]
Slovaquie	0,47	0,62	0,67	0,81	0,83	592 782	1 190 627	109,3	218,5
Slovénie	1,82	2,06	2,43[s]	2,58	2,59	1 019 332	1 537 841[s]	498,6	742,2[s]
Suède	3,42	3,22[r]	3,22	3,28[r]	3,30[q]	12 599 701	14 151 281[q]	1 353,3	1 478,5[q]
Europe du Sud-Est									
Albanie	0,15[-1,q]	–	–	–	–	39 832[-1,q]	–	12,6[-1,q]	–
Bosnie-Herzégovine	0,02[q]	–	–	0,27[s]	0,33	7 027[q]	119 480[s]	1,8[q]	31,2[s]
Macédoine, ex-République yougoslave de	0,20	0,22	0,22	0,33	0,47	45 820	113 957	21,8	54,1
Monténégro	1,15[-2]	–	0,41[s]	–	0,38[s]	88 338[-2]	33 218[s]	143,0[-2]	53,5[s]
Serbie	0,87	0,74	0,72	0,91	0,73	748 598	677 967	77,2	71,3
Europe (autres) et Asie de l'Ouest									
Arménie	0,29[q]	0,24[q]	0,27[q]	0,25[q]	0,24[q]	53 140[q]	54 826[q]	17,9[q]	18,4[q]
Azerbaïdjan	0,25	0,22	0,21	0,22	0,21	332 970	341 284	37,1	36,3
Bélarus	0,64	0,69	0,70	0,67	0,69	860 424	1 145 209	90,3	122,4

	Dépenses de R&D en pourcentage du PIB					Dépenses de R&D en milliers de dollars PPA courants		Dépenses de R&D par habitant (dollars PPA courants)	
	2009	2010	2011	2012	2013	2009	2013	2009	2013
Fédération de Russie	1,25	1,13	1,09	1,12	1,12	34 654 585	40 694 501	241,2	284,9
Géorgie	0,18[-4]	–	–	–	0,13[s,u]	32 338[-4]	42 214[s,u]	7,2[-4]	9,7[s,u]
Iran, République islamique d'	0,31[i]	0,31[i]	–	–	–	3 345 394[i]	3 521 024[-3,i]	45,5[i]	47,3[-3,i]
Israël	4,15[p]	3,96[p]	4,10[p]	4,25[p]	4,21[p]	8 506 846[p]	11 032 853[p]	1 169,5[p]	1 426,7[p]
Moldova, République de	0,53	0,44	0,40	0,42	0,35	66 168	58 989	18,4	16,9
Turquie	0,85	0,84	0,86	0,92	0,95	8 867 131	13 315 099	124,5	177,7
Ukraine	0,86	0,83	0,74	0,75	0,77	2 867 129	3 067 360	62,0	67,8
Association européenne de libre-échange									
Islande	2,66	–	2,49[s]	–	–	337 939	314 837[-2,s]	1 076,9	977,6[-2,s]
Liechtenstein	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Norvège	1,76	1,68	1,65	1,65	1,69	4 676 887	5 519 606	967,2	1 094,6
Suisse	2,73[-1]	–	–	2,96	–	10 525 201[-1]	13 251 396[-1]	1 375,3[-1]	1 657,0[-1]
Afrique subsaharienne									
Afrique du Sud	0,84	0,74	0,73	0,73	–	4 818 930	4 824 364[-1]	94,7	92,1[-1]
Angola	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Bénin	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Botswana	0,53[-4]	–	–	0,26[s]	–	102 226[-4]	76 096[-1,s]	54,5[-4]	38,0[-1,s]
Burkina Faso	0,20	–	–	–	–	39 877	–	2,6	–
Burundi	0,14[q]	0,14[q]	0,12[q]	–	–	9 014[q]	8 460[-2,q]	1,0[q]	0,9[-2,q]
Cabo Verde	–	–	0,07[l,q]	–	–	–	2 211[-2,l,q]	–	4,5[-2,l,q]
Cameroun	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Comores	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Congo	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Congo, Rép. dém. du	0,08[k,u]	–	–	–	–	30 743[k,u]	–	0,5[k,u]	–
Côte d'Ivoire	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Djibouti	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Érythrée	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Éthiopie	0,17[-2,q]	0,24[s]	–	–	0,61	111 769[-2,q]	787 350[s]	1,4[-2,q]	8,4[s]
Gabon	0,58	–	–	–	–	137 154	–	90,3	–
Gambie	0,02[q]	–	0,13[b]	–	–	445[q]	3 544[-2,b]	0,3[q]	2,0[-2,b]
Ghana	0,23[-2]	0,38[s]	–	–	–	133 220[-2]	274 351[-3,s]	5,9[-2]	11,3[-3,s]
Guinée	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Guinée-Bissau	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Guinée équatoriale	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Kenya	0,36[-2,q]	0,79[s]	–	–	–	305 213[-2,q]	788 126[-3,s]	8,1[-2,q]	19,3[-3,s]
Lesotho	0,03[q]	–	0,01[l,q]	–	–	1 200[q]	599[-2,l,q]	0,6[q]	0,3[-2,l,q]
Libéria	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Madagascar	0,15[q]	0,11[q,s]	0,11[q]	–	–	41 544[q]	31 484[-2,q,s]	2,0[q]	1,5[-2,q,s]
Malawi	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Mali	0,25[-2,i,q]	0,66[h]	–	–	–	47 068[-2,i,q]	150 785[-3,h]	3,7[-2,i,q]	10,8[-3,h]
Maurice	0,37[-4,b,u]	–	–	0,18[h,s]	–	51 912[-4,b,u]	38 584[-1,h,s]	42,8[-4,b,u]	31,1[-1,h,s]
Mozambique	0,16[-1,h,j,q]	0,42[h,s]	–	–	–	30 012[-1,h,j,q]	92 445[-3,h,s]	1,3[-1,h,j,q]	3,9[-3,h,s]
Namibie	–	0,14[i,q]	–	–	–	–	25 516[-3,i,q]	–	11,7[-3,i,q]
Niger	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Nigéria	0,22[-2,h]	–	–	–	–	1 374 841[-2,h]	–	9,3[-2,h]	–
Ouganda	0,36	0,48	–	–	–	170 176	240 005[-3]	5,2	7,1[-3]
République centrafricaine	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Rwanda	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Sao Tomé-et-Principe	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Sénégal	0,37[-1]	0,54	–	–	–	93 586[-1]	149 726[-3]	7,6[-1]	11,6[-3]
Seychelles	0,30[-4]	–	–	–	–	3 955[-4]	–	45,4[-4]	–
Sierra Leone	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Somalie	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Soudan du Sud	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Swaziland	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Tanzanie	0,34[-2,h,q]	0,38[h,q]	–	–	–	251 377[-2,h,q]	348 185[-3,h,q]	6,1[-2,h,q]	7,7[-3,h,q]
Tchad	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Togo	–	0,25[h]	–	0,22[h]	–	–	19 622[-1,h]	–	3,0[-1,h]
Zambie	0,28[-1]	–	–	–	–	101 149[-1]	–	8,1[-1]	–
Zimbabwe	–	–	–	–	–	–	–	–	–
États arabes									
Algérie	0,07[-4,q]	–	–	–	–	241 164[-4,q]	–	7,1[-4,q]	–
Arabie saoudite	0,07[q]	–	–	–	–	832 203[q]	–	31,1[q]	–
Bahreïn	0,04[l,q]	0,04[l,q]	0,04[l,q]	0,04[l,q]	0,04[l,q]	18 124[l,q]	24 516[l,q]	15,2[l,q]	18,4[l,q]
Égypte	0,43[h]	0,43[h]	0,53[h]	0,54[h]	0,68[h]	3 306 085[h]	6 169 203[h]	43,1[h]	75,2[h]
Émirats arabes unis	–	–	0,49[r]	–	–	–	2 461 027[-2,r]	–	275,7[-2,r]
Iraq	0,05[h,u]	0,04[h,u]	0,03[h,u]	–	–	159 710[h,u]	146 269[-2,h,u]	5,3[h,u]	4,6[-2,h,u]
Jordanie	0,43[-1]	–	–	–	–	263 201[-1]	–	44,5[-1]	–
Koweït	0,11[k,q]	0,10[k,q]	0,10[k,q]	0,10[k,q]	0,30[h,s]	249 477[k,q]	264 911[-1,k,q]	87,5[k,q]	81,5[-1,k,q]
Liban	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Libye	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Maroc	0,64[-3]	0,73	–	–	–	1 030 143[-3]	1 494 848[-3]	33,9[-3]	47,2[-3]
Mauritanie	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Oman	–	–	0,13[r]	0,21	0,17	–	309 780[-1]	–	93,5[-1]
Palestine	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Qatar	–	–	–	0,47	–	–	1 296 303[-1]	–	632,2[-1]
République arabe syrienne	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Soudan	0,30[-4,b,r]	–	–	–	–	298 413[-4,b,r]	–	9,4[-4,b,r]	–
Tunisie	0,71	0,68	0,71	0,68	–	728 030	790 712[-1]	69,3	72,7[-1]

Tableau S3 : Dépenses de R&D en pourcentage du PIB et en dollars en parité de pouvoir d'achat (PPA), 2009-2013

	Dépenses de R&D en pourcentage du PIB					Dépenses de R&D en milliers de dollars PPA courants		Dépenses de R&D par habitant (dollars PPA courants)	
	2009	2010	2011	2012	2013	2009	2013	2009	2013
Yémen	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Asie centrale									
Kazakhstan	0,23	0,15	0,16	0,17	0,17	661 567	691 400	42,0	42,1
Kirghizistan	0,16	0,16	0,16	–	–	23 648	25 179^{-2}	4,5	4,7^{-2}
Mongolie	0,30^{q}	0,28^{q}	0,27^{q}	0,28^{q}	0,25^{q}	48 720^{q}	68 029^{q}	18,2^{q}	24,0^{q}
Ouzbékistan	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Tadjikistan	0,09^{h}	0,09^{h}	0,12^{h}	0,11^{h}	0,12^{h}	12 546^{h}	24 269^{h}	1,7^{h}	3,0^{h}
Turkménistan	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Asie du Sud									
Afghanistan	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Bangladesh	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Bhoutan	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Inde	0,82	0,80^{r}	0,82^{r}	–	–	39 400 485	48 062 976$^{-2,r}$	33,1	39,4$^{-2,r}$
Maldives	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Népal	0,26^{q,u}	0,30^{q,u}	–	–	–	128 477^{q,u}	158 906$^{-3,q,u}$	4,8^{q,u}	5,9$^{-3,q,u}$
Pakistan	0,45^{h}	–	0,33^{h}	–	0,29^{h}	3 118 457^{h}	2 443 292^{h}	18,3^{h}	13,4^{h}
Sri Lanka	0,11^{-1}	0,16	–	–	–	153 681^{-1}	240 005^{-3}	7,5^{-1}	11,6^{-3}
Asie du Sud-Est									
Brunéi Darussalam	0,04$^{-5,q}$	–	–	–	–	8 708$^{-5,q}$	–	24,1$^{-5,q}$	–
Cambodge	0,05$^{-7,q,r}$	–	–	–	–	7 901$^{-7,q,r}$	–	0,6$^{-7,q,r}$	–
Chine	1,70	1,76	1,84	1,98	2,08	184 170 641	336 577 729	136,3	242,9
Chine (Hong Kong, SAR)	0,77	0,75	0,72	0,73	–	2 369 983	2 663 088^{-1}	338,2	372,5^{-1}
Chine (Macao, SAR)	0,05^{q}	0,05^{q}	0,04^{q}	0,05^{q}	0,05^{q}	21 945^{q}	41 151^{q}	42,1^{q}	72,7^{q}
Indonésie	0,08^{q,r}	–	–	–	0,09^{r}	1 466 763^{q,r}	2 126 345^{r}	6,2^{q,r}	8,5^{r}
Japon	3,36	3,25	3,38	3,34	3,47	136 953 957	160 246 832	1 075,4	1 260,4
Malaisie	1,01	1,07	1,06	1,13	–	5 248 826	7 351 372^{-1}	188,9	251,4^{-1}
Myanmar	0,16$^{-7,q}$	–	–	–	–	–	–	–	–
Philippines	0,11^{-2}	–	–	–	–	477 841^{-2}	–	5,4^{-2}	–
République de Corée	3,29	3,47	3,74	4,03	4,15	45 987 242	68 937 037	954,8	1 399,4
République démocratique populaire lao	0,04$^{-7,q}$	–	–	–	–	4 289$^{-7,q}$	–	0,8$^{-7,q}$	–
République populaire démocratique de Corée	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Singapour	2,16	2,01	2,16	2,02	–	6 612 088	8 152 867^{-1}	1 331,9	1 537,3^{-1}
Thaïlande	0,25	–	0,39	–	–	1 915 168	3 303 858^{-2}	28,9	49,6^{-2}
Timor-Leste	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Viet Nam	0,18^{-7}	–	0,19	–	–	340 429^{-7}	789 059^{-2}	4,1^{-7}	8,8^{-2}
Océanie									
Australie	2,40^{-1}	2,39^{r}	2,25^{r}	–	–	19 132 997^{-1}	20 955 599$^{-2,r}$	883,9^{-1}	921,5$^{-2,r}$
Nouvelle-Zélande	1,28	–	1,27	–	–	1 655 439	1 766 588^{-2}	382,9	400,2^{-2}
Îles Cook	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Fidji	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Kiribati	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Îles Marshall	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Micronésie	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Nauru	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Nioué	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Palaos	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Papouasie-Nouvelle-Guinée	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Samoa	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Îles Salomon	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Tonga	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Tuvalu	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Vanuatu	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Remarque : Institut de statistique de l'UNESCO (ISU), août 2015

Sources des données contextuelles :
Facteur de conversion du PIB et du taux de PPA (devise locale en dollars internationaux) : Banque mondiale, Indicateurs du développement dans le monde, avril 2015.
Population : Nations Unies, Département des affaires économiques et sociales, Division de la population, 2013 ; *Perspectives de la population mondiale : révision de 2012*

N.B. La légende applicable à l'ensemble des tableaux est expliquée à la fin du tableau S10.

Tableau S4 : Dépenses publiques en faveur de l'enseignement supérieur, 2008 et 2013

	Dépenses publiques en faveur de l'enseignement supérieur en pourcentage du PIB		Dépenses publiques par étudiant de l'enseignement supérieur en pourcentage du PIB par habitant		Dépenses publiques en faveur de l'enseignement supérieur en pourcentage des dépenses publiques totales en faveur de l'éducation	
	2008	2013	2008	2013	2008	2013
Amérique du Nord						
Canada	1,61	1,88[-2]	–	–	34,44	35,60[-2]
États-Unis d'Amérique	1,24	1,36[-2]	20,43	20,08[-2]	23,33	26,11[-2]
Amérique latine						
Argentine	0,77	1,02[-1]	13,29	15,44[-1]	17,66	19,94[-1]
Belize	0,52	0,59[-1]	25,90	22,66[-1]	9,19	–
Bolivie	2,05	1,61[-1]	–	–	29,09	25,00[-1]
Brésil	0,86	1,04[-1]	27,67	28,49[-1]	15,91	16,37[-1]
Chili	0,55	0,96[-1]	11,51	15,01[-1]	14,51	21,12[-1]
Colombie	0,86	0,87	26,17	20,01	22,05	17,73
Costa Rica	–	1,43	–	33,83	–	20,75
El Salvador	0,42[+1]	0,29[-2]	17,85[+1]	11,18[-2]	10,46[+1]	8,39[-2]
Équateur	1,08[+2]	1,11[-1]	–	–	26,58[+2]	26,66[-1]
Guatemala	0,34	0,35	–	18,43	10,80	12,30
Guyana	0,25[+1]	0,16[-1]	27,06[+1]	14,52[-1]	7,34[+1]	5,06[-1]
Honduras	0,89[+2]	1,08	39,92[+2]	47,74	–	18,49
Mexique	0,92	0,93[-2]	40,16	37,34[-2]	18,86	18,13[-2]
Nicaragua	1,14[+2]	1,14[-3]	–	–	26,05[+2]	26,05[-3]
Panama	–	0,74[-1]	–	20,13[-1]	–	–
Paraguay	0,70[+2]	1,11[-1]	20,03[+2]	–	18,54[+2]	22,40[-1]
Pérou	0,45	0,55	–	–	15,71	16,82
Suriname	–	–	–	–	–	–
Uruguay	–	1,19[-2]	–	–	–	26,83[-2]
Venezuela	1,55[+1]	–	20,92[+1]	–	22,60[+1]	–
Caraïbes						
Antigua-et-Barbuda	0,19[+1]	–	15,63[+1]	–	7,35[+1]	–
Bahamas	–	–	–	–	–	–
Barbade	1,53	2,08	–	–	30,09	–
Cuba	5,34	4,47[-3]	61,10	62,99[-3]	37,98	34,83[-3]
Dominique	–	–	–	–	–	–
Grenade	–	–	–	–	–	–
Haïti	–	–	–	–	–	–
Jamaïque	0,97	1,10	42,38	40,09	15,71	17,61
République dominicaine	–	–[-1]	–	–[-1]	–	–[-1]
Saint-Kitts-et-Nevis	–	–	–	–	–	–
Saint-Vincent-et-les Grenadines	0,31[+1]	0,36[-3]	–	–	5,42[+1]	7,01[-3]
Sainte-Lucie	0,24[+1]	0,21[-2]	14,66[+1]	14,54[-2]	6,30[+1]	5,01[-2]
Trinité-et-Tobago	–	–	–	–	–	–
Union européenne						
Allemagne	1,18	1,35[-2]	–	–	26,65	28,13[-2]
Autriche	1,44	1,51[-2]	42,09	35,00[-2]	27,19	26,86[-2]
Belgique	1,34	1,43[-1]	35,66	33,33[-1]	21,32	22,00[-2]
Bulgarie	0,84	0,62[-2]	23,70	16,04[-2]	19,40	16,98[-2]
Chypre	1,85	1,48[-2]	57,03	39,23[-2]	24,99	20,45[-2]
Croatie	0,94	0,92[-2]	28,99	25,61[-2]	21,96	22,16[-2]
Danemark	2,12	2,39[-2]	50,50	51,31[-2]	28,30	27,90[-2]
Espagne	1,04	0,97[-1]	26,80	23,18[-1]	23,08	22,31[-1]
Estonie	1,10	1,28[-2]	21,51	24,56[-2]	19,87	25,09[-2]
Finlande	1,81	2,06[-1]	31,11	36,14[-1]	31,00	28,56[-1]
France	1,21	1,23[-1]	35,94	35,28[-1]	22,20	22,34[-1]
Grèce	–	–	–	–	–	–
Hongrie	1,01	0,80[-1]	24,39	20,93[-1]	20,01	23,39[-2]
Irlande	1,27	1,27[-2]	32,00	29,64[-2]	23,26	21,73[-2]
Italie	0,81	0,80[-2]	23,56	24,19[-2]	18,33	19,36[-2]
Lettonie	0,99	0,95[-1]	16,88	19,93[-1]	17,33	20,72[-1]
Lituanie	1,03	1,47[-2]	16,15	23,82[-2]	21,20	28,45[-2]
Luxembourg	–	–	–	–	–	–
Malte	1,03	1,50[-1]	44,71	51,52[-1]	17,69	22,17[-1]
Pays-Bas	1,42	1,59[-1]	38,82	33,51[-1]	27,77	28,79[-1]
Pologne	1,04	1,11[-2]	18,35	20,55[-2]	20,54	22,82[-2]
Portugal	0,91	1,01[-2]	25,47	26,88[-2]	19,34	19,70[-2]
République tchèque	0,89	1,11[-2]	23,54	26,00[-2]	23,71	25,79[-2]
Roumanie	1,20[+1]	0,78[-1]	22,24[+1]	–	28,28[+1]	26,16[-1]
Royaume-Uni	0,80	1,27[-2]	21,18	32,01[-2]	15,71	22,10[-2]
Slovaquie	0,76	0,94[-1]	17,89	23,08[-1]	21,53	23,98[-1]
Slovénie	1,19	1,35[-2]	20,83	25,83[-2]	23,30	24,20[-2]
Suède	1,73	1,89[-2]	39,11	38,47[-2]	27,01	29,08[-2]
Europe du Sud-Est						
Albanie	–	–	–	–	–	–
Bosnie-Herzégovine	–	–	–	–	–	–
Macédoine, ex-République yougoslave de	–	–	–	–	–	–
Monténégro	–	–	–	–	–	–
Serbie	1,29	1,29[-1]	39,75	40,06[-1]	27,30	29,12[-1]

Tableau S4 : Dépenses publiques en faveur de l'enseignement supérieur, 2008 et 2013

	Dépenses publiques en faveur de l'enseignement supérieur en pourcentage du PIB		Dépenses publiques par étudiant de l'enseignement supérieur en pourcentage du PIB par habitant		Dépenses publiques en faveur de l'enseignement supérieur en pourcentage des dépenses publiques totales en faveur de l'éducation	
	2008	2013	2008	2013	2008	2013
Europe (autres) et Asie de l'Ouest						
Arménie	0,36	0,20	7,54	5,07	11,29	8,72
Azerbaïdjan	0,28	0,36[-2]	13,45	18,05[-2]	11,34	14,63[-2]
Bélarus	0,91[+1]	0,93	15,56[+1]	15,62	20,07[+1]	17,58
Fédération de Russie	0,95	–	14,25	–	23,11	–
Géorgie	0,34	0,38[-1]	11,40	17,18[-1]	11,58	19,17[-1]
Iran, République islamique d'	0,99	0,84	20,95	14,77	20,67	22,94
Israël	0,89	0,91[-2]	20,10	19,41[-2]	16,00	16,22[-2]
Moldova, République de	1,54	1,47[-1]	38,18	41,83[-1]	18,65	17,56[-1]
Turquie	–	–	–	–	–	–
Ukraine	2,03	2,16[-1]	32,93	41,17[-1]	31,53	32,41[-1]
Association européenne de libre-échange						
Islande	1,42	1,37[-2]	27,17	23,17[-2]	19,70	19,42[-2]
Liechtenstein	–	–	–	–	–	–
Norvège	2,05	1,96[-2]	45,91	42,23[-2]	31,99	29,89[-2]
Suisse	1,27[+1]	1,33[-1]	42,19[+1]	39,40[-1]	25,14[+1]	26,31[-1]
Afrique subsaharienne						
Afrique du Sud	0,63	0,74	–	38,73	13,01	12,41
Angola	–	–	–	–	–	–
Bénin	0,72	1,05	102,67	–	17,64	21,04
Botswana	3,94[+1]	–	159,02[+1]	–	41,51[+1]	–
Burkina Faso	0,74[+2]	0,93	225,08[+2]	210,92	18,84[+2]	21,72
Burundi	1,10	1,31	434,66	297,08	21,21	24,23
Cabo Verde	0,62	0,78	45,28	29,76	11,27	15,82
Cameroun	0,26	0,23[-1]	34,74	–	8,85	7,77[-1]
Comores	1,14	–	–	–	14,61	–
Congo	0,68[+2]	0,71	–	84,71	10,87[+2]	–
Congo, Rép. dém. du	0,37[+2]	0,37[-3]	–	–	24,00[+2]	24,00[-3]
Côte d'Ivoire	–	–	–	–	–	–
Djibouti	0,74[+2]	0,74[-3]	191,60[+2]	191,60[-3]	16,50[+2]	16,50[-3]
Érythrée	–	–	–	–	–	–
Éthiopie	0,16[+2]	0,16[-3]	24,21[+2]	24,21[-3]	3,54[+2]	3,54[-3]
Gabon	–	–	–	–	–	–
Gambie	0,32	0,30[-1]	–	–	9,03	7,36[-1]
Ghana	1,49	1,07[-2]	180,80	92,78[-2]	25,85	13,13[-2]
Guinée	0,84	1,23	107,93	131,61	34,42	34,64
Guinée-Bissau	–	–	–	–	–	–
Guinée équatoriale	–	–	–	–	–	–
Kenya	–	–	–	–	–	–
Lesotho	4,72	–	–	–	36,38	–
Libéria	–	0,10[-1]	–	9,34[-1]	–	3,56[-1]
Madagascar	0,45	0,29	143,53	67,49	15,36	13,74
Malawi	1,30[+2]	2,18	–	–	29,80[+2]	28,36
Mali	0,61	0,85[-1]	118,71	130,04[-1]	16,06	20,34[-1]
Maurice	0,33	0,29	15,85	8,92	10,21	8,02
Mozambique	–	0,91	–	183,43	–	13,69
Namibie	0,64	1,93[-3]	–	–	9,91	23,09[-3]
Niger	0,34	0,80[-1]	396,20	631,00[-1]	9,41	17,61[-1]
Nigéria	–	–	–	–	–	–
Ouganda	0,37[+1]	0,30	108,51[+1]	–	11,30[+1]	13,76
République centrafricaine	0,23	0,34[-2]	99,63	111,93[-2]	17,48	27,29[-2]
Rwanda	0,96	0,71	217,70	104,75	25,41	14,02
Sao Tomé-et-Principe	–	–	–	–	–	–
Sénégal	1,24	1,38[-3]	166,00	193,48[-3]	24,55	24,57[-3]
Seychelles	–	1,18[-2]	–	545,71[-2]	–	32,51[-2]
Sierra Leone	0,50	0,73	–	–	20,83	25,93
Somalie	–	–	–	–	–	–
Soudan du Sud	–	0,20[-2]	–	–	–	25,34[-2]
Swaziland	1,62	1,01[-2]	–	–	21,55	12,84[-2]
Tanzanie	1,27	0,76[+1]	–	–	29,85	21,40[+1]
Tchad	0,29[+1]	0,37[-2]	159,53[+1]	182,41[-2]	12,38[+1]	16,28[-2]
Togo	0,69	0,98	–	102,75	20,10	22,21
Zambie	–	–	–	–	–	–
Zimbabwe	0,27[+1]	0,45[-3]	–	62,00[-3]	–	22,82[-3]
États arabes						
Algérie	1,17	–	–	–	26,97	–
Arabie saoudite	–	–	–	–	–	–
Bahreïn	–	0,60	–	–	–	–
Égypte	–	–	–	–	–	–
Émirats arabes unis	–	–	–	–	–	–
Iraq	–	–	–	–	–	–
Jordanie	–	–	–	–	–	–
Koweït	–	–	–	–	–	–
Liban	0,59	0,74	12,55	15,55	28,98	28,74
Libye	–	–	–	–	–	–

	Dépenses publiques en faveur de l'enseignement supérieur en pourcentage du PIB		Dépenses publiques par étudiant de l'enseignement supérieur en pourcentage du PIB par habitant		Dépenses publiques en faveur de l'enseignement supérieur en pourcentage des dépenses publiques totales en faveur de l'éducation	
	2008	2013	2008	2013	2008	2013
Maroc	0,90	1,11	70,73	–	16,23	17,70
Mauritanie	0,67	0,46	190,41	93,30	16,72	11,58
Oman	1,13^{+1}	–	39,60^{+1}	–	26,88^{+1}	–
Palestine	–	–	–	–	–	–
Qatar	–	–	–	–	–	–
République arabe syrienne	1,15	1,24^{-4}	44,77	49,00^{-4}	24,94	24,22^{-4}
Soudan	–	–	–	–	–	–
Tunisie	1,57	1,75	–	56,59	25,00	–
Yémen	–	–	–	–	–	–
Asie centrale						
Kazakhstan	0,36	0,40^{-4}	–	–	13,90	13,13^{-4}
Kirghizistan	0,97	0,89^{-1}	19,04	–	16,44	12,03^{-1}
Mongolie	0,36^{+2}	0,21^{-2}	5,89^{+2}	3,37^{-2}	6,68^{+2}	3,83^{-2}
Ouzbékistan	–	–	–	–	–	–
Tadjikistan	0,49	0,46	18,93	19,33	14,25	–
Turkménistan	–	0,28^{-1}	–	–	–	9,23^{-1}
Asie du Sud						
Afghanistan	–	–	–	–	–	–
Bangladesh	0,27	0,23^{-2}	30,83	17,44^{-2}	13,26	–
Bhoutan	0,93	1,02	150,89	102,12	19,40	18,23
Inde	1,17^{+1}	1,28^{-1}	74,31^{+1}	54,88^{-1}	36,45^{+1}	33,19^{-1}
Maldives	–	0,58^{-1}	–	–	–	9,35^{-1}
Népal	0,51	0,50^{-3}	46,63	35,39^{-3}	13,46	10,65^{-3}
Pakistan	–	0,80	–	75,18	–	32,23
Sri Lanka	0,37^{+1}	0,32^{-1}	–	24,19^{-1}	18,19^{+1}	18,73^{-1}
Asie du Sud-Est						
Brunéi Darussalam	0,50^{+2}	1,20^{+1}	32,22^{+2}	57,09^{+1}	24,38^{+2}	31,92^{+1}
Cambodge	0,38^{+2}	0,38^{-3}	27,83^{+2}	27,83^{-3}	14,54^{+2}	14,54^{-3}
Chine	–	–	–	–	–	–
Chine (Hong Kong, SAR)	1,02	1,16^{-1}	27,81	30,37^{-1}	31,16	33,02^{-1}
Chine (Macao, SAR)	0,82	2,28^{-1}	16,30	49,03^{-1}	36,64	68,14^{-1}
Indonésie	0,32	0,61^{-1}	16,89	24,27^{-1}	10,98	17,18^{-1}
Japon	0,65	0,76	21,09	–	18,86	20,00
Malaisie	2,15^{+1}	2,19^{-2}	59,63^{+1}	60,88^{-2}	35,94^{+1}	36,97^{-2}
Myanmar	–	–	–	–	–	–
Philippines	0,28	0,32^{-4}	9,66	10,51^{-4}	10,42	11,96^{-4}
République de Corée	0,62	0,86	9,49	–	13,92	–
République démocratique populaire lao	–	–	–	–	–	–
République populaire démocratique de Corée	–	–	–	–	–	–
Singapour	0,91	1,04	–	22,59	32,59	35,28
Thaïlande	0,79	0,71^{-1}	21,63	19,52^{-1}	21,18	14,42^{-1}
Timor-Leste	0,93^{+1}	1,87^{-2}	58,52^{+1}	–	8,14^{+1}	19,79^{-2}
Viet Nam	1,08	1,05^{-1}	55,71	41,24^{-1}	22,16	16,67^{-1}
Océanie						
Australie	1,04	1,18^{-2}	19,78	19,99^{-2}	22,46	23,20^{-2}
Fidji	–	0,56^{-2}	–	–	–	12,96^{-2}
Îles Cook	–	a^{-}	–	a^{-}	–	a^{-}
Îles Marshall	–	–	–	–	–	–
Îles Salomon	–	–	–	–	–	–
Kiribati	–	–	–	–	–	–
Micronésie	–	–	–	–	–	–
Nauru	–	–	–	–	–	–
Nioué	–	–	–	–	–	–
Nouvelle-Zélande	1,62	1,86^{-1}	27,94	31,46^{-1}	28,92	25,33^{-1}
Palaos	–	–	–	–	–	–
Papouasie-Nouvelle-Guinée	–	–	–	–	–	–
Samoa	–	–	–	–	–	–
Tonga	–	–	–	–	–	–
Tuvalu	–	–	–	–	–	–
Vanuatu	0,34	–	–	–	5,86	–

Source : Institut de statistique de l'UNESCO.

N.B. La légende applicable à l'ensemble des tableaux est expliquée à la fin du tableau S10.

Tableau S5 : Diplômés de l'enseignement supérieur, 2008 et 2013, et diplômés en sciences, sciences de l'ingénieur, agriculture et santé, 2013

	2008		2013					
	Diplômés de l'enseignement supérieur		Diplômés de l'enseignement supérieur		Sciences			
	HF (en milliers)	Femmes (%)	HF (en milliers)	Femmes (%)	Diplômes d'études post secondaires HF (en milliers)	Licences et masters HF (en milliers)	Doctorats HF (en milliers)	Doctorats Femmes (%)
Amérique du Nord								
Canada	–	–	–	–	–	–	–	–
États-Unis d'Amérique	2 782,27	58,5	3 308,49[-1]	58,4[-1]	41,14[-1]	235,23[-1]	16,67[-1]	40,94[-1]
Amérique latine								
Argentine	235,86	65,7	123,24[-1]	60,8[-1]	9,07[-2]	5,65[-2]	0,73[-2]	–
Belize	–	–	–	–	0,30	–	a	a
Bolivie	–	–	–	–	–	–	–	–
Brésil	917,11	60,3	1 111,46[-1]	60,8[-1]	18,30[-1]	40,10[-1]	–	–
Chili	92,23	54,0	147,55[-1]	56,0[-1]	4,29[-1]	2,82[-1]	0,24[-1]	40,00[-1]
Colombie	134,92	42,6	344,07	55,3	9,06	5,36	0,08	35,44
Costa Rica	38,16[+2]	63,3[+2]	44,58	63,2	0,28	2,34	0,01	42,86
El Salvador	15,80	58,2	23,62	56,6	0	0,24	0	a
Équateur	70,19	58,8	79,19[-1]	58,5[-1]	1,54[-1]	–	0[-1]	a[-1]
Guatemala	–	–	20,83	58,3	–	–	–	–
Guyana	1,75	70,0	1,84[-1]	74,9[-1]	0[-1]	0,11[-1]	a[-1]	a[-1]
Honduras	15,41[+2]	–	18,67	63,1	0,01	0,52	a	a
Mexique	420,48	54,3	533,87[-1]	53,5[-1]	0,50[-1]	28,29[-1]	0,79[-1]	46,56[-1]
Nicaragua	–	–	–	–	–	–	–	–
Panama	21,06	66,0	22,79[-1]	65,4[-1]	0,27[-1]	–	0[-1]	a[-1]
Paraguay	–	–	–	–	0,18[-1]	–	–	–
Pérou	–	–	–	–	14,00[-1]	–	–	–
Suriname	–	–	–	–	–	–	–	–
Uruguay	9,47	65,1	–	–	0,02[-3]	0,55[-3]	0,03[-3]	66,67[-3]
Venezuela	–	–	–	–	–	–	–	–
Caraïbes								
Antigua-et-Barbuda	0,15[+1]	77,0[+1]	0,25[-1]	87,8[-1]	0,01[-1]	0,00[-1]	0[-1]	a[-1]
Bahamas	–	–	–	–	–	–	–	–
Barbade	2,26[+2]	–	2,39[-2]	68,4[-2]	0,13[-2]	0,18[-2]	0,00[-2]	100,00[-2]
Cuba	103,76	47,9	133,29	62,6	a	3,57	0,08	39,74
Dominique	–	–	–	–	–	–	–	–
Grenade	–	–	–	–	–	–	–	–
Haïti	–	–	–	–	–	–	–	–
Jamaïque	–	–	–	–	–	–	–	–
République dominicaine	–	–	41,11[-1]	64,1[-1]	0,00[-1]	–	a[-1]	a[-1]
Saint-Kitts-et-Nevis	–	–	–	–	–	–	–	–
Saint-Vincent-et-les Grenadines	–	–	–	–	–	–	–	–
Sainte-Lucie	–	–	0,58	–	0	–	a	a
Trinité-et-Tobago	–	–	–	–	–	–	–	–
Union européenne								
Autriche	43,65	51,6	85,28	56,0	1,12	5,97	0,60	35,93
Allemagne	–	–	–	–	–	–	–	–
Belgique	97,25	58,7	110,42[-1]	59,3[-1]	1,55[-1]	3,82[-1]	0,52[-1]	34,87[-1]
Bulgarie	54,91	61,4	64,09[-1]	60,8[-1]	0,06[-1]	2,91[-1]	0,16[-1]	52,90[-1]
Chypre	4,23	61,6	6,17[-1]	60,3[-1]	0,09[-1]	0,41[-1]	0,02[-1]	52,63[-1]
Croatie	26,94	58,4	39,82[-1]	59,3[-1]	0,73[-1]	2,38[-1]	0,24[-1]	60,25[-1]
Danemark	49,75	57,8	66,47	57,5	0,46	4,70	0,34	35,22
Espagne	291,04	58,4	391,96[-1]	56,2[-1]	4,10[-1]	23,27[-1]	3,48[-1]	47,42[-1]
Estonie	11,35	69,3	11,44[-1]	67,5[-1]	0,19[-1]	0,90[-1]	0,08[-1]	52,63[-1]
Finlande	43,01[+1]	62,8[+1]	52,73	60,1	0	3,42	0,34	39,35
France	628,09	54,9	726,54	56,1	6,22	55,64	6,50	40,01
Grèce	66,96	59,3	66,33[-1]	59,1[-1]	1,64[-1]	6,24[-1]	0,29[-1]	33,33[-1]
Hongrie	63,33	66,8	69,92[-1]	64,0[-1]	0,60[-1]	3,47[-1]	0,29[-1]	37,54[-1]
Irlande	60,07	56,3	60,02[-1]	54,5[-1]	1,40[-1]	5,23[-1]	0,51[-1]	45,12[-1]
Italie	398,19	59,5	374,99[-1]	62,3[-1]	0[-1]	24,97[-1]	2,69[-1]	52,58[-1]
Lettonie	24,17	71,5	21,61	69,0	0,18	1,04	0,07	54,41
Lituanie	42,55	66,7	39,27	63,3	a	2,05	0,08	49,35
Luxembourg	0,34	49,4	1,57	53,6	0,00	0,13	0,03	32,00
Malte	2,79	59,4	3,46[-1]	57,4[-1]	0,15[-1]	0,22[-1]	0,00[-1]	0[-1]
Pays-Bas	124,23	56,7	152,05[-1]	56,5[-1]	0,01[-1]	8,64[-1]	0,83[-1]	33,41[-1]
Pologne	558,02	65,8	638,96[-1]	66,0[-1]	a	38,20	–	–
Portugal	84,01	59,6	94,87	59,8	a	6,57	0,93	54,03
République tchèque	88,98	58,1	107,77[-1]	62,2[-1]	0,30[-1]	9,07[-1]	0,72[-1]	39,97[-1]
Roumanie	311,48	63,7	259,63[-2]	61,6[-2]	a[-2]	12,56[-2]	0,52[-2]	53,74[-2]
Royaume-Uni	676,20	57,9	791,95	57,1	14,70	105,01	8,49	45,59
Slovaquie	65,03	64,2	70,03	63,6	0,01	4,81	0,34	53,35
Slovénie	17,22	62,8	20,60[-1]	60,3[-1]	0,23[-1]	1,29[-1]	0,15[-1]	38,96[-1]
Suède	60,43	63,5	69,14[-1]	61,6[-1]	0,66[-1]	4,24[-1]	0,87[-1]	41,64[-1]
Europe du Sud-Est								
Albanie	15,65	64,4	30,37	65,0	a	2,13	0,04	44,19
Bosnie-Herzégovine	15,77	58,7	21,21	60,0	a	1,41	0,01	25,00
Macédoine, ex-République yougoslave de	11,20	59,7	11,36	56,3	a	1,15	0,02	56,25

	2013											
	Ingénierie, industrie manufacturière et bâtiment				Agriculture				Santé et bien-être			
	Diplômes d'études post-secondaires HF (en milliers)	Licences et masters HF (en milliers)	Doctorats HF (en milliers)	Doctorats Femmes (%)	Diplômes d'études post secondaires HF (en milliers)	Licences et masters HF (en milliers)	Doctorats HF (en milliers)	Doctorats Femmes (%)	Diplômes d'études post secondaires HF (en milliers)	Licences et masters HF (en milliers)	Doctorats HF (en milliers)	Doctorats Femmes (%)
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	66,85[-1]	161,86[-1]	9,11[-1]	23,33[-1]	8,52[-1]	25,05[-1]	0,99[-1]	44,31[-1]	227,17[-1]	330,11[-1]	16,09[-1]	72,64[-1]
	5,72[-2]	8,68[-2]	0,09[-2]	45,45[-2]	1,50[-2]	3,27[-2]	0,08[-2]	–	20,66[-2]	18,68[-2]	0,12[-2]	55,65[-2]
	0	–	a	a	0,02	–	a	a	0	–	a	a
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	13,60[-1]	60,94[-1]	–	–	2,09[-1]	16,75[-1]	–	–	2,76[-1]	158,82[-1]	–	–
	11,99[-1]	9,22[-1]	0,08[-1]	37,18[-1]	1,28[-1]	2,31[-1]	0,04[-1]	34,09[-1]	17,22[-1]	14,34[-1]	0,03[-1]	34,38[-1]
	21,16	38,50	0,07	17,57	3,84	2,48	0,02	47,06	6,23	19,35	0,03	67,65
	0,14	2,78	0	a	0,10	0,60	0,00	0	0,07	6,32	0	a
	2,70	2,31	0	a	0,14	0,19	0	a	1,66	2,36	0	a
	1,53[-1]	–	0[-1]	a[-1]	0,32[-1]	–	0[-1]	a[-1]	1,17[-1]	–	0[-1]	a[-1]
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	0,14[-1]	0[-1]	a[-1]	a[-1]	0,03[-1]	0[-1]	a[-1]	a[-1]	0,25[-1]	0[-1]	a[-1]	a[-1]
	0,04	2,11	a	a	0,05	0,59	a	a	0,08	1,29	a	a
	18,11[-1]	95,23[-1]	0,60[-1]	39,53[-1]	0,08[-1]	8,70[-1]	0,22[-1]	46,33[-1]	1,72[-1]	46,32[-1]	0,09[-1]	61,29[-1]
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	0,60[-1]	–	0,00[-1]	75,00[-1]	0,04[-1]	–	0[-1]	a[-1]	0,47[-1]	–	0[-1]	a[-1]
	0,01[-1]	–	–	–	0,02[-1]	–	–	–	0,21[-1]	–	–	–
	10,58[-1]	–	–	–	3,71[-1]	–	–	–	20,90[-1]	–	–	–
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	0,02[-3]	0,57[-3]	0,00[-3]	33,33[-3]	0,06[-3]	0,33[-3]	0[-3]	a[-3]	0,10[-3]	1,99[-3]	0,00[-3]	50,00[-3]
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	0[-1]	0[-1]	0[-1]	a[-1]	0[-1]	0[-1]	0[-1]	a[-1]	0,02[-1]	0[-1]	0[-1]	a[-1]
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	0,04[-2]	0[-2]	a[-2]	a[-2]	0,00[-2]	0[-2]	a[-2]	a[-2]	0,17[-2]	0,03[-2]	0,00[-2]	100,00[-2]
	a	1,87	0,06	40,35	a	2,70	0,05	40,38	a	43,21	0,07	39,44
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	0,13[-1]	–	a[-1]	a[-1]	0,04[-1]	–	a[-1]	a[-1]	0,06[-1]	–	a[-1]	a[-1]
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	–	–	a	a	0,03	–	a	a	0,05	–	a	a
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	8,59	7,05	0,43	26,30	0,68	0,53	0,07	59,15	0,52	4,92	0,22	59,00
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	3,05[-1]	8,67[-1]	0,56[-1]	30,59[-1]	0,76[-1]	1,57[-1]	0,12[-1]	46,96[-1]	12,28[-1]	10,16[-1]	0,51[-1]	59,49[-1]
	0,64[-1]	8,98[-1]	0,15[-1]	32,41[-1]	0,01[-1]	1,00[-1]	0,03[-1]	40,63[-1]	0,55[-1]	3,62[-1]	0,09[-1]	50,55[-1]
	0,04[-1]	0,76[-1]	0,01[-1]	37,50[-1]	0,01[-1]	0,03[-1]	0[-1]	a[-1]	0,07[-1]	0,17[-1]	0[-1]	a[-1]
	1,42[-1]	4,56[-1]	0,16[-1]	34,16[-1]	0,32[-1]	1,11[-1]	0,10[-1]	36,89[-1]	1,46[-1]	1,44[-1]	0,24[-1]	53,36[-1]
	1,93	5,63	0,48	28,84	0,20	0,49	0,21	53,81	0,36	13,09	0,50	60,92
	13,92[-1]	41,54[-1]	0,80[-1]	30,30[-1]	0,83[-1]	4,47[-1]	0,30[-1]	56,38[-1]	16,32[-1]	40,43[-1]	1,51[-1]	56,42[-1]
	0,39[-1]	0,94[-1]	0,03[-1]	27,27[-1]	0,01[-1]	0,25[-1]	0,01[-1]	88,89[-1]	0,97[-1]	0,38[-1]	0,01[-1]	50,00[-1]
	0	10,48	0,45	30,38	0	1,03	0,06	61,82	0	10,41	0,33	66,36
	46,05	61,59	1,80	31,81	4,31	4,59	0	a	31,78	81,81	0,38	55,97
	5,24[-1]	5,32[-1]	0,28[-1]	27,14[-1]	1,30[-1]	1,49[-1]	0,08[-1]	41,77[-1]	3,85[-1]	3,27[-1]	0,57[-1]	50,62[-1]
	0,19[-1]	7,18[-1]	0,10[-1]	22,22[-1]	0,16[-1]	1,17[-1]	0,10[-1]	58,76[-1]	1,07[-1]	4,69[-1]	0,20[-1]	51,78[-1]
	2,90[-1]	4,02[-1]	0,20[-1]	23,53[-1]	0,45[-1]	0,34[-1]	0,02[-1]	46,67[-1]	2,44[-1]	7,13[-1]	0,21[-1]	54,93[-1]
	0[-1]	45,82[-1]	2,04[-1]	35,46[-1]	0[-1]	6,60[-1]	0,69[-1]	53,78[-1]	0[-1]	59,25[-1]	1,24[-1]	100,00[-1]
	0,36	2,16	0,06	32,76	0,03	0,20	0,01	30,00	1,51	2,40	0,03	80,00
	a	6,47	0,12	38,84	a	0,68	0,02	61,90	a	4,40	0,05	80,77
	0,01	79,00	0,01	22,22	0	0,00	0	a	0,04	–	0	a
	0,10[-1]	0,19[-1]	0,00[-1]	0[-1]	0,01[-1]	0[-1]	0[-1]	a[-1]	0,01[-1]	0,66[-1]	0,00[-1]	50,00[-1]
	0,08[-1]	11,50[-1]	1,02[-1]	25,71[-1]	0,02[-1]	1,53[-1]	0,21[-1]	58,69[-1]	0,22[-1]	25,54[-1]	0,73[-1]	66,62[-1]
	a	65,99	–	–	a	8,16	–	–	0,37	71,17	–	–
	a	16,40	0,86	39,09	a	1,37	0,05	59,18	a	15,93	0,39	66,33
	0,44[-1]	12,21[-1]	0,55[-1]	22,57[-1]	0,08[-1]	3,70[-1]	0,18[-1]	51,37[-1]	3,02[-1]	7,21[-1]	0,20[-1]	48,04[-1]
	0,01[-2]	37,12[-2]	2,18[-2]	38,63[-2]	a[-2]	3,99[-2]	0,30[-2]	52,96[-2]	0,14[-2]	27,37[-2]	0,77[-2]	62,84[-2]
	10,32	57,31	3,59	24,41	2,10	5,00	0,31	54,89	35,96	84,04	4,30	57,03
	0,02	8,65	0,52	33,40	0	1,18	0,06	53,57	0,22	12,79	0,22	65,02
	1,55[-1]	1,77[-1]	0,10[-1]	28,28[-1]	0,17[-1]	0,35[-1]	0,06[-1]	67,86[-1]	0,31[-1]	0,99[-1]	0,05[-1]	60,87[-1]
	2,39[-1]	10,88[-1]	0,83[-1]	25,93[-1]	0,35[-1]	0,40[-1]	0,06[-1]	53,45[-1]	0,91[-1]	15,38[-1]	0,97[-1]	62,37[-1]
	a	2,24	0,01	20,00	a	0,97	0,02	31,25	a	4,40	0,01	91,67
	a	1,75	0,03	14,71	a	0,82	0,01	50,00	a	2,37	0,06	63,33
	a	1,21	0,03	36,36	a	0,29	0,01	80,00	a	0,93	0,03	54,84

Tableau S5 : Diplômés de l'enseignement supérieur, 2008 et 2013, et diplômés en sciences, sciences de l'ingénieur, agriculture et santé, 2013

	2008		2013					
	Diplômés de l'enseignement supérieur		Diplômés de l'enseignement supérieur		Sciences			
	HF (en milliers)	Femmes (%)	HF (en milliers)	Femmes (%)	Diplômes d'études post secondaires HF (en milliers)	Licences et masters HF (en milliers)	Doctorats HF (en milliers)	Doctorats Femmes (%)
Monténégro	–	–	–	–	–	–	–	–
Serbie	36,33	60,4	47,80	58,4	a	4,73	0,12	58,33
Europe (autres) et Asie de l'Ouest								
Arménie	35,00[+2]	61,5[+2]	–	–	0[-3]	2,52[-3]	0,11[-3]	22,52[-3]
Azerbaïdjan	49,20	53,5	47,04[-1]	52,1[-1]	0,19[-1]	4,27[-1]	0,10[-1]	27,00[-1]
Bélarus	112,88	–	137,46	60,8	0	2,43	0,21	50,48
Fédération de Russie	2 064,47[+1]	–	–	–	30,32[-2]	97,20[-2]	–	–
Géorgie	17,73[+2]	60,4[+2]	17,68	56,8	0,43	1,64	0,06	55,56
Iran, République islamique d'	457,57[+1]	52,0[+1]	716,10	45,6	1,19	53,83	0,77	40,08
Israël	–	–	–	–	–	–	–	–
Moldova, République de	27,06	58,4	34,81	59,6	0,48	1,28	0,05	55,56
Turquie	444,76	46,0	607,98[-1]	47,1[-1]	17,01[-1]	34,19[-1]	1,16[-1]	50,73[-1]
Ukraine	610,23	–	621,79	55,0	7,54	30,83	1,27	50,90
Association européenne de libre-échange								
Islande	3,63	66,2	4,10[-1]	64,5[-1]	0,01[-1]	0,31[-1]	0,01[-1]	35,71[-1]
Liechtenstein	0,18	30,1	0,31[-1]	30,2[-1]	a[-1]	0[-1]	0[-1]	a[-1]
Norvège	35,21	60,6	44,75	58,7	0,11	2,74	0,49	39,84
Suisse	67,33	48,6	81,91	48,3	0,02	5,56	1,07	35,21
Afrique subsaharienne								
Afrique du Sud	–	–	183,86[-1]	59,8[-1]	6,44[-1]	–	0,57[-1]	40,53[-1]
Angola	–	–	13,55	48,0	–	–	–	–
Bénin	14,64[+1]	31,2[+1]	16,71[-2]	29,7[-2]	–	–	–	–
Botswana	–	–	6,55	–	0,26	0,52	0	–
Burkina Faso	9,48[+2]	–	16,15	31,8	–	–	–	–
Burundi	2,79[+2]	28,4[+2]	7,31[-1]	30,7[-1]	0[-1]	–	0[-1]	a[-1]
Cabo Verde	–	–	–	–	–	0,12	0	a
Cameroun	33,99	–	36,31[-2]	–	–	–	–	–
Comores	–	–	–	–	–	0,09	–	–
Congo	–	–	–	–	–	–	–	–
Congo, Rép. dém. du	–	–	–	–	–	–	–	–
Côte d'Ivoire	–	–	–	–	–	–	–	–
Djibouti	0,64[+1]	–	–	–	a[-2]	–	a[-2]	a[-2]
Érythrée	3,02[+2]	–	2,71[+1]	26,3[+1]	0,03[+1]	–	a[+1]	a[+1]
Éthiopie	65,37	24,1	–	–	0[-3]	10,62[-3]	0,01[-3]	0[-3]
Gabon	–	–	–	–	–	–	–	–
Gambie	–	–	–	–	–	–	–	–
Ghana	–	–	79,74	40,7	1,12	6,46	0,01	12,50
Guinée	–	–	–	–	–	1,03	–	–
Guinée-Bissau	–	–	–	–	–	–	–	–
Guinée équatoriale	–	–	–	–	–	–	–	–
Kenya	–	–	–	–	–	–	–	–
Lesotho	–	–	4,75	65,2	0,04	0,07	0	a
Libéria	3,16[+2]	30,0[+2]	4,39[-1]	38,2[-1]	–	–	–	–
Madagascar	16,40	47,5	25,26	47,9	0,36	2,24	0,02	34,78
Malawi	–	–	–	–	–	–	–	–
Mali	–	–	–	–	–	–	–	–
Maurice	–	–	–	–	–	–	–	–
Mozambique	7,05	44,6	10,26	44,9	a	0,21	0	a
Namibie	5,53	58,4	–	–	–	–	–	–
Niger	1,87	–	–	–	–	–	–	–
Nigéria	–	–	–	–	–	–	–	–
Ouganda	–	–	–	–	–	–	–	–
République centrafricaine	–	–	–	–	–	–	–	–
Rwanda	–	–	16,05[-1]	42,7[-1]	–	–	–	–
Sao Tomé-et-Principe	a	a	–	–	a[-1]	–	a[-1]	a[-1]
Sénégal	–	–	–	–	–	–	–	–
Seychelles	a	a	0,08	85,9	0	–	a	a
Sierra Leone	–	–	–	–	–	–	–	–
Somalie	–	–	–	–	–	–	–	–
Soudan du Sud	–	–	–	–	–	–	–	–
Swaziland	–	–	2,53	38,8	0	0,28	0,01	37,50
Tanzanie	–	–	–	–	–	–	–	–
Tchad	–	–	–	–	–	–	–	–
Togo	–	–	–	–	–	–	–	–
Zambie	–	–	–	–	–	–	–	–
Zimbabwe	30,51[+2]	45,2[+2]	13,64	47,6	0,85	0,46	0	a
États arabes								
Algérie	154,84[+1]	62,5[+1]	255,44	62,1	–	23,47	–	–
Arabie saoudite	112,13	57,4	141,20	51,1	6,52	19,13	0,03	32,00
Bahreïn	–	–	5,28[+1]	60,5[+1]	0,17[+1]	0,23[+1]	0,00[+1]	50,00[+1]
Égypte	–	–	510,36	52,1	0	20,85	0,60	45,13
Émirats arabes unis	14,32	60,8	25,68	55,6	0,59	1,50	0	a
Iraq	–	–	–	–	–	–	–	–

	2013											
	Ingénierie, industrie manufacturière et bâtiment				Agriculture				Santé et bien-être			
	Diplômes d'études post-secondaires HF (en milliers)	Licences et masters HF (en milliers)	Doctorats HF (en milliers)	Doctorats Femmes (%)	Diplômes d'études post secondaires HF (en milliers)	Licences et masters HF (en milliers)	Doctorats HF (en milliers)	Doctorats Femmes (%)	Diplômes d'études post secondaires HF (en milliers)	Licences et masters HF (en milliers)	Doctorats HF (en milliers)	Doctorats Femmes (%)
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	a	7,31	0,16	37,50	a	1,08	0,06	32,20	a	4,40	0,23	59,05
	0,20[-3]	2,68[-3]	0,06[-3]	10,17[-3]	0,17[-3]	1,09[-3]	0,02[-3]	43,75[-3]	3,74[-3]	0,89[-3]	0,03[-3]	17,24[-3]
	0,90[-1]	2,11[-1]	0,05[-1]	13,33[-1]	0,03[-1]	0,08[-1]	0,02[-1]	31,58[-1]	2,03[-1]	1,57[-1]	0,02[-1]	39,13[-1]
	17,02	15,98	0,22	37,05	5,98	4,73	0,09	50,00	3,17	3,56	0,18	51,67
	179,08[-2]	246,39[-2]	–	–	8,43[-2]	20,49[-2]	–	–	64,30[-2]	48,11[-2]	–	–
	0,23	1,03	0,07	40,00	0,08	0,44	0,01	36,36	0,17	2,09	0,03	63,64
	102,68	155,87	0,62	17,10	4,77	20,98	0,29	27,59	2,98	18,05	2,31	42,73
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	2,61	4,50	0,04	45,95	0,14	0,47	0,01	30,77	1,23	–	0,06	43,86
	43,18[-1]	30,96[-1]	0,63[-1]	34,39[-1]	11,39[-1]	7,82[-1]	0,25[-1]	38,15[-1]	12,85[-1]	21,43[-1]	4,61[-1]	46,33[-1]
	40,49	84,38	1,58	35,47	5,67	14,52	0,41	51,09	22,45	15,27	0,46	59,35
	0[-1]	0,41[-1]	0,00[-1]	33,33[-1]	0,00[-1]	0,03[-1]	0[-1]	a[-1]	0[-1]	0,58[-1]	0,01[-1]	76,92[-1]
	a[-1]	0,04[-1]	0,00[-1]	0[-1]	a[-1]	0[-1]	0[-1]	a[-1]	a[-1]	0[-1]	0,01[-1]	100,00[-1]
	1,71	3,74	0,15	22,88	0,02	0,29	0,02	42,86	0,05	9,04	0,47	58,51
	0,04	10,90	0,47	25,75	0	1,32	0,11	81,13	0,27	9,61	0,85	53,72
	5,73[-1]	–	0,15[-1]	17,57[-1]	1,37[-1]	–	0,09[-1]	39,78[-1]	2,07[-1]	–	0,17[-1]	62,72[-1]
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	0,26	0,20	0	–	0,03	0,14	0	–	0,57	0,11	0	–
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	0[-1]	–	0[-1]	a[-1]	0[-1]	–	0[-1]	a[-1]	0[-1]	–	0,15[-1]	20,95[-1]
	–	–	0	a	–	–	0	a	–	–	0	a
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	a[-2]	0[-2]	a[-2]	a[-2]	a[-2]	0[-2]	a[-2]	a[-2]	a[-2]	0[-2]	a[-2]	a[-2]
	0,51[+1]	–	a[+1]	a[+1]	0,07[+1]	–	a[+1]	a[+1]	0,11[+1]	–	a[+1]	a[+1]
	0[-3]	5,01[-3]	0[-3]	a[-3]	0[-3]	7,87[-3]	0,01[-3]	0[-3]	0[-3]	5,40[-3]	0,10[-3]	17,71[-3]
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	2,47	3,09	0,00	0	0,91	1,59	0,02	25,00	1,55	2,68	0,01	16,67
	–	2,18	–	–	–	0,90	–	–	–	2,89	–	–
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	0,13	–	0	a	0,10	0,05	0	a	0,51	0,10	0	a
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	0,40	2,08	0,02	0	0,01	0,29	0,00	50,00	0,27	0,61	0,24	57,87
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	a	0,38	0,01	0	a	0,47	0	a	a	0,56	0	a
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	a[-1]	–	a[-1]	a[-1]	a[-1]	–	a[-1]	a[-1]	a[-1]	–	a[-1]	a[-1]
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	0	–	a	a	0	–	a	a	0	–	a	a
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	0	0,13	0	a	0	0,15	0,01	42,86	0	0,33	0	a
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	2,70	0,00	0	a	0,02	0,26	0	a	0,18	–	0	a
	–	30,68	–	–	–	3,65	–	–	–	5,96	–	–
	7,87	5,30	0,02	5,88	0,02	0,43	0,00	0	2,45	7,38	0,14	25,17
	0,21[+1]	0,42[+1]	0[+1]	a[+1]	0[+1]	0,00[+1]	0[+1]	a[+1]	0,04[+1]	0,27[+1]	0[+1]	a[+1]
	0	38,42	0,31	27,01	0	10,86	0,72	42,82	0	65,58	1,29	50,54
	0,22	3,52	0	a	0	–	0	a	0,07	1,71	0	a
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Tableau S5 : Diplômés de l'enseignement supérieur, 2008 et 2013, et diplômés en sciences, sciences de l'ingénieur, agriculture et santé, 2013

	2008		2013					
	Diplômés de l'enseignement supérieur		Diplômés de l'enseignement supérieur		Sciences			
	HF (en milliers)	Femmes (%)	HF (en milliers)	Femmes (%)	Diplômes d'études post secondaires HF (en milliers)	Licences et masters HF (en milliers)	Doctorats HF (en milliers)	Doctorats Femmes (%)
Jordanie	–	–	60,69[-2]	48,4[-2]	0,44[-2]	2,79[-2]	0,03[-2]	52,00[-2]
Koweït	–	–	12,72	58,3	a	0,23	a	a
Liban	32,30	55,3	54,21	55,8	0[-2]	3,74[-2]	0,00[-2]	100,00[-2]
Libye	–	–	–	–	–	–	–	–
Maroc	62,73	32,0	–	–	–	–	–	–
Mauritanie	–	–	–	–	–	–	a	a
Oman	11,54[+1]	58,7[+1]	16,68	56,1	0,53	1,56	0,00	100,00
Palestine	25,28	57,7	35,28	59,5	0,48	2,35	0	a
Qatar	1,79	66,7	2,28	60,8	0,04	0,08	a	a
République arabe syrienne	51,32	51,5	58,69	56,2	–	–	–	–
Soudan	–	–	124,49	51,2	3,46	8,76	0,13	31,25
Tunisie	–	–	65,42	65,9	a	16,92	0,31	60,33
Yémen	–	–	–	–	–	–	–	–
Asie centrale								
Kazakhstan	–	–	238,22	56,3	0,63	4,38	0,07	60,27
Kirghizistan	35,58	60,8	50,23	60,1	0,15	1,63	0,11	56,36
Mongolie	29,60	65,6	37,75	64,5	0,02	2,00	0,01	55,56
Ouzbékistan	73,73	38,7	77,22[-2]	44,3[-2]	a[-2]	5,71[-2]	0,15[-2]	29,61[-2]
Tadjikistan	–	–	46,80	37,9	0,28	–	0,07	–
Turkménistan	–	–	–	–	0[+1]	0,39[+1]	–	–
Asie du Sud								
Afghanistan	9,27	16,7	–	–	–	–	–	–
Bangladesh	184,91	–	316,02[-1]	41,8[-1]	0[-1]	35,02[-1]	0,13[-1]	43,75[-1]
Bhoutan	–	–	1,63	34,2	0	–	a	a
Inde	–	–	–	–	–	–	–	–
Maldives	–	–	–	–	–	–	–	–
Népal	44,46	–	61,52	48,3	a	2,36	0,00	25,00
Pakistan	–	–	–	–	–	–	–	–
Sri Lanka	27,91[+2]	58,5[+2]	34,92	57,6	0,24[-1]	2,66[-1]	0,05[-1]	54,17[-1]
Asie du Sud-Est								
Brunéi Darussalam	1,54	66,5	1,91	64,1	0,09	0,10	0	a
Cambodge	16,71	27,5	–	–	–	–	–	–
Chine	7 071,05	47,9	9 366,20	50,7	–	–	–	–
Chine (Hong Kong, SAR)	–	–	–	–	–	–	–	–
Chine (Macao, SAR)	6,79	48,6	6,07	59,9	0,00	0,20	0,02	21,05
Indonésie	799,37[+1]	–	–	–	13,41[-4]	30,81[-4]	–	–
Japon	1 033,77	48,5	980,90[-1]	48,3[-1]	0[-1]	28,07[-1]	2,42[-1]	23,65[-1]
Malaisie	206,59	58,6	261,82[-1]	56,6[-1]	12,98[-1]	11,44[-1]	0,55[-1]	40,44[-1]
Myanmar	–	–	295,94[-1]	64,6[-1]	5,13[-1]	122,78[-1]	0,20[-1]	89,00[-1]
Philippines	481,33[+2]	56,0[+2]	564,77	56,8	18,83	63,86	0,21	62,15
République de Corée	605,28	49,0	618,28	50,5	5,21	37,36	1,63	29,53
République démocratique populaire lao	18,99[+1]	42,3[+1]	37,38	45,4	0,78	0,68	0	a
République populaire démocratique de Corée	–	–	–	–	–	–	–	–
Singapour	–	–	–	–	–	–	–	–
Thaïlande	541,89	55,0	–	–	–	–	–	–
Timor-Leste	–	–	–	–	–	–	–	–
Viet Nam	243,52	43,1	406,07	43,0	0	0,00	0	a
Océanie								
Australie	306,90	55,9	386,63[-2]	57,3[-2]	4,65[-2]	26,36[-2]	1,74[-2]	44,83[-2]
Fidji	–	–	–	–	–	–	–	–
Îles Cook	a	a	–	–	–	–	–	–
Îles Marshall	–	–	–	–	–	–	–	–
Îles Salomon	a	a	–	–	–	–	–	–
Kiribati	a	a	a[-1]	a[-1]	a[-1]	0[-1]	a[-1]	a[-1]
Micronésie	–	–	–	–	–	–	–	–
Nauru	a	a	–	–	–	–	–	–
Nioué	a	a	–	–	–	–	–	–
Nouvelle-Zélande	54,45	60,9	71,93[-1]	59,4[-1]	2,80[-1]	6,36[-1]	0,36[-1]	47,21[-1]
Palaos	–	–	0,09	57,4	a	0,00	a	a
Papouasie-Nouvelle-Guinée	–	–	–	–	–	–	–	–
Samoa	–	–	–	–	–	–	–	–
Tonga	–	–	–	–	–	–	–	–
Tuvalu	a	a	–	–	–	–	–	–
Vanuatu	–	–	–	–	–	–	–	–

Source : Institut de statistique de l'UNESCO (ISU)

N.B. La légende applicable à l'ensemble des tableaux est expliquée à la fin du tableau S10.

	2013											
	Ingénierie, industrie manufacturière et bâtiment				Agriculture				Santé et bien-être			
	Diplômes d'études post-secondaires HF (en milliers)	Licences et masters HF (en milliers)	Doctorats HF (en milliers)	Doctorats Femmes (%)	Diplômes d'études post secondaires HF (en milliers)	Licences et masters HF (en milliers)	Doctorats HF (en milliers)	Doctorats Femmes (%)	Diplômes d'études post secondaires HF (en milliers)	Licences et masters HF (en milliers)	Doctorats HF (en milliers)	Doctorats Femmes (%)
	0,20[-2]	1,95[-2]	0,00[-2]	0[-2]	0,01[-2]	1,80[-2]	0,01[-2]	37,50[-2]	0[-2]	1,00[-2]	0[-2]	a[-2]
	2,41	0,77	a	a	a	–	a	a	0,66	0,39	a	a
	0,88[-2]	3,31[-2]	0,00[-2]	25,00[-2]	0[-2]	0,17[-2]	0[-2]	a[-2]	0,97[-2]	2,84[-2]	0[-2]	a[-2]
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	–	–	a	a	–	–	a	a	–	–	a	a
	0,64	2,52	0,00	0	0,45	0,05	0,00	0	2,42	0,47	0	a
	0,48	2,09	0	a	0	0,17	0	a	1,30	1,77	0	a
	0,27	0,29	a	a	a	–	a	a	0,03	0,22	a	a
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	2,91	4,96	0,03	21,43	0,02	3,00	0,03	34,48	0,97	13,75	0,06	37,70
	a	11,02	0,12	49,18	a	0,90	0,01	50,00	a	5,81	0	a
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	14,66	31,80	0,04	37,84	3,55	–	0,01	18,18	4,18	–	0	a
	1,05	6,17	0,08	40,74	0,15	–	0,01	10,00	1,94	–	0,05	66,00
	0,07	4,22	0,01	36,36	0,01	0,81	0,01	91,67	0,62	2,34	0,02	78,95
	a[-2]	10,34[-2]	0,12[-2]	22,88[-2]	a[-2]	2,70[-2]	0,06[-2]	29,31[-2]	a[-2]	3,53[-2]	0,13[-2]	55,30[-2]
	0,97	–	0,02	–	0,23	–	0,03	–	5,90	–	0,02	–
	1,16[+1]	0,93[+1]	–	–	0,30[+1]	0,13[+1]	–	–	0,30[+1]	0,30[+1]	–	–
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	0[-1]	14,12[-1]	0,09[-1]	14,94[-1]	0[-1]	3,87[-1]	0,07[-1]	43,24[-1]	0[-1]	5,00[-1]	0,27[-1]	39,26[-1]
	0,17	–	a	a	0,07	–	a	a	0,06	–	a	a
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	a	0,14	0,00	0	a	–	0	a	a	1,30	0	a
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	0,48[-1]	1,07[-1]	0,01[-1]	60,00[-1]	0,34[-1]	0,75[-1]	0,03[-1]	64,52[-1]	0,26[-1]	1,19[-1]	0,23[-1]	44,21[-1]
	0,18	0,04	0	a	0	–	0	a	0,04	0,04	0	a
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	0	0,11	0,00	33,33	0	0,00	0	a	0,01	0,36	0,01	14,29
	41,29[-4]	87,82[-4]	–	–	14,39[-4]	33,06[-4]	–	–	13,94[-4]	32,05[-4]	–	–
	41,67[-1]	122,98[-1]	3,56[-1]	14,35[-1]	3,04[-1]	21,83[-1]	1,00[-1]	31,27[-1]	69,74[-1]	52,26[-1]	5,26[-1]	31,23[-1]
	32,23[-1]	23,09[-1]	0,63[-1]	26,34[-1]	2,42[-1]	2,43[-1]	0,07[-1]	32,86[-1]	12,23[-1]	18,02[-1]	0,20[-1]	46,80[-1]
	5,73[-1]	5,61[-1]	0,06[-1]	72,41[-1]	0[-1]	1,54[-1]	0[-1]	a[-1]	2,14[-1]	1,71[-1]	0,06[-1]	83,33[-1]
	15,24	47,10	0,06	48,28	4,07	9,65	0,07	55,41	4,39	53,11	0,16	69,14
	54,09	90,63	3,14	14,37	1,78	5,36	0,32	25,55	46,58	39,77	2,52	46,79
	1,59	–	0	a	1,25	–	0	a	0,47	–	0	a
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	61,27	36,72	0,09	13,98	8,17	13,27	0,01	0	7,46	7,33	0,01	41,67
	8,10[-2]	21,07[-2]	0,88[-2]	25,51[-2]	1,96[-2]	1,79[-2]	0,28[-2]	49,64[-2]	19,15[-2]	45,82[-2]	0,99[-2]	63,44[-2]
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	a[-1]	0[-1]	a[-1]	a[-1]	a[-1]	0[-1]	a[-1]	a[-1]	a[-1]	0[-1]	a[-1]	a[-1]
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	1,41[-1]	3,60[-1]	0,13[-1]	29,77[-1]	0,57[-1]	0,38[-1]	0,02[-1]	73,33[-1]	2,01[-1]	9,19[-1]	0,15[-1]	58,39[-1]
	a	0,01	a	a	a	0,01	a	a	a	0,01	a	a
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Tableau S6 : Nombre total de chercheurs et chercheurs par million d'habitants, 2009 et 2013

	Nombre total de chercheurs	Chercheuses (%) *	Nombre de chercheurs par million d'habitants	Nombre total de chercheurs	Chercheuses (%) *	Nombre de chercheurs par million d'habitants	
Amérique du Nord							
Canada	150 220	–	4 451	156 550[-1]	–	4 494[-1]	
États-Unis d'Amérique	1 250 984[r]	–	4 042[r]	1 265 064[-1,r]	–	3 984[-1,r]	
Amérique latine							
Argentine	43 717	50,52	1 092	51 598[-1]	51,61[-1]	1 256[-1]	
Belize	–	–	–	–	–	–	
Bolivie	1 422	–	142	1 646[-3]	–	162[-3]	
Brésil	129 102	–	667	138 653[-3]	–	710[-3]	
Chili	4 859[q]	31,41[q]	286[q]	6 798[-1,q]	31,66[-1,q]	389[-1,q]	
Colombie	7 500	36,54	164	7 702[-1]	37,15[-1]	161[-1]	
Costa Rica	4 479[b]	51,33[-1]	973[b]	6 107[-2,b]	45,04[-2,h]	1 289[-2,b]	
El Salvador	–	–	–	–	–	–	
Équateur	1 739	39,81	118	2 736[-2]	39,30[-2]	179[-2]	
Guatemala	554[q]	35,20[q]	40[q]	411[-1,q]	41,85[-1,q]	27[-1,q]	
Guyana	–	–	–	–	–	–	
Honduras	–	–	–	–	–	–	
Mexique	42 973	–	369	46 125[-2]	–	386[-2]	
Nicaragua	–	–	–	–	–	–	
Panama	394	–	109	438[-2]	30,59[-2]	117[-2]	
Paraguay	466[-1]	–	75[-1]	1 081[-1]	–	162[-1]	
Pérou	–	–	–	–	–	–	
Suriname	–	–	–	–	–	–	
Uruguay	1 617	–	481	1 803	47,48	529	
Venezuela	5 209[q]	53,41[q]	182[q]	8 686[-1,q]	–	290[-1,q]	
Caraïbes							
Antigua-et-Barbuda	–	–	–	–	–	–	
Bahamas	–	–	–	–	–	–	
Barbade	–	–	–	–	–	–	
Cuba	–	–	–	–	–	–	
Dominique	–	–	–	–	–	–	
Grenade	–	–	–	–	–	–	
Haïti	–	–	–	–	–	–	
Jamaïque	–	–	–	–	–	–	
République dominicaine	–	–	–	–	–	–	
Saint-Kitts-et-Nevis	–	–	–	–	–	–	
Saint-Vincent-et-les Grenadines	–	–	–	–	–	–	
Sainte-Lucie	–	–	–	–	–	–	
Trinité-et-Tobago	–	–	–	–	–	–	
Union européenne							
Allemagne	317 307	20,57	3 815	360 310[r,v]	22,08[-2]	4 355[r,v]	
Autriche	34 664	22,40	4 141	39 923[r,v]	22,80[-2]	4 699[r,v]	
Belgique	38 225	31,56	3 519	44 649[v]	31,73[-2]	4 021[v]	
Bulgarie	11 968	48,43	1 607	12 275	49,61[-1]	1 699	
Chypre	873	37,57	801	885[v]	37,51[-1]	776[v]	
Croatie	6 931	48,82	1 593	6 529	49,82[-1]	1 522	
Danemark	36 789	29,77	6 659	40 858[r,v]	31,59[-2]	7 271[r,v]	
Espagne	133 803	38,51	2 924	123 225	38,47[-1]	2 626	
Estonie	4 314	41,63	3 311	4 407	42,84[-1]	3 424	
Finlande	40 849	–	7 644	39 196[s]	–	7 223[s]	
France	234 366[p]	–	3 727[p]	265 177[s,v]	26,05[-1,q]	4 125[s,v]	
Grèce	21 014[-2,r]	31,71[-4]	1 899[-2,r]	29 055[s]	38,92[-2,s]	2 611[s]	
Hongrie	20 064	30,42	2 000	25 038	28,41[-1]	2 515	
Irlande	14 189[r]	32,79[r]	3 217[r]	15 732[-1,r]	30,27[-2,r]	3 438[-1,r]	
Italie	101 840	34,19	1 691	117 973[v]	35,75[-1]	1 934[v]	
Lettonie	3 621	50,35	1 714	3 625	50,85[-1]	1 768	
Lituanie	8 490	50,45	2 737	8 557	50,18[-1]	2 836	
Luxembourg	2 396	22,30	4 811	2 615[s,v]	24,18[-2]	4 931[s,v]	
Malte	494	29,15	1 168	878[v]	28,18[-1]	2 047[v]	
Pays-Bas	46 958	–	2 835	72 325[s,v]	26,56[-1]	4 316[s,v]	
Pologne	61 105	38,15	1 600	71 472	36,73[-1]	1 870	
Portugal	39 834	44,66	3 765	43 321[v]	44,49[-1]	4 084[v]	
République tchèque	28 759	26,04	2 743	34 271	24,72[-1]	3 202	
Roumanie	19 271	44,85	879	18 704[s]	44,78[-1,s]	862[s]	
Royaume-Uni	256 124[r]	–	4 151[r]	259 347[r,v]	–	4 108[r,v]	
Slovaquie	13 290	42,19	2 450	14 727	41,79	2 702	
Slovénie	7 446	33,75	3 642	8 707[s]	33,99[-1,s]	4 202[s]	
Suède	47 160[q]	29,70[q]	5 065[q]	62 294[q,s]	30,19[-2,q,s]	6 509[q,s]	
Europe du Sud-Est							
Albanie	467[-1,q]	44,33[-1,q]	148[-1,q]	–	–	–	
Bosnie-Herzégovine	745[-2,q]	–	193[-2,q]	829[s]	36,50	216[s]	
Macédoine, ex-République yougoslave de	893	53,86	425	1 402	51,04	665	
Monténégro	–	–	–	404	48,68[-2,r]	650	
Serbie	10 444	47,72	1 076	12 342	50,00[-1]	1 298	

	Nombre total de chercheurs	Chercheuses (%) *	Nombre de chercheurs par million d'habitants	Nombre total de chercheurs	Chercheuses (%) *	Nombre de chercheurs par million d'habitants	
							Amérique du Nord
	–	–	–	–	–	–	Canada
	–	–	–	–	–	–	États-Unis d'Amérique
							Amérique latine
	67 245	51,91	1 680	81 748[-1]	52,66[-1]	1 990[-1]	Argentine
	–	–	–	–	–	–	Belize
	1 947	63,23	195	2 153[-3]	62,75[-3]	212[-3]	Bolivie
	216 672	–	1 120	234 797[-3]	–	1 203[-3]	Brésil
	8 770[q]	32,30[q]	516[q]	10 447[-1,q]	30,97[-1,q]	598[-1,q]	Chili
	16 201	37,19	354	16 127[-1]	37,75[-1]	338[-1]	Colombie
	7 223[b]	43,26[h]	1 570[b]	8 848[-2,b]	42,65[-2,h]	1 868[-2,b]	Costa Rica
	455	35,16	74	662	38,82	104	El Salvador
	2 413	38,96	164	4 027[-2]	37,37[-2]	264[-2]	Équateur
	756[q]	35,19[q]	54[q]	666[-1,q]	44,74[-1,q]	44[-1,q]	Guatemala
	–	–	–	–	–	–	Guyana
	539[-6]	26,53[-6]	81[-6]	–	–	–	Honduras
	42 973	31,57[-6,r]	369	46 125[-2]	–	386[-2]	Mexique
	326[-5]	42,48[-7,q]	61[-5]	–	–	–	Nicaragua
	482	41,12[-5]	133	552[-2,s]	–	148[-2,s]	Panama
	850[-1]	51,76[-1]	136[-1]	1 704[-1]	51,68[-1]	255[-1]	Paraguay
	4 965[-5]	–	181[-5]	–	–	–	Pérou
	–	–	–	–	–	–	Suriname
	2 596	51,58	773	2 403	49,11	705	Uruguay
	6 829[q]	54,52[q]	239[q]	10 256[-1,q]	56,29[-1,q]	342[-1,q]	Venezuela
							Caraïbes
	–	–	–	–	–	–	Antigua-et-Barbuda
	–	–	–	–	–	–	Bahamas
	–	–	–	–	–	–	Barbade
	5 448	46,64	483	4 477	46,59	397	Cuba
	–	–	–	–	–	–	Dominique
	–	–	–	–	–	–	Grenade
	–	–	–	–	–	–	Haïti
	–	–	–	–	–	–	Jamaïque
	–	–	–	–	–	–	République dominicaine
	–	–	–	–	–	–	Saint-Kitts-et-Nevis
	21[-7]	–	194[-7]	–	–	–	Saint-Vincent-et-les Grenadines
	–	–	–	–	–	–	Sainte-Lucie
	787	52,86	595	914[-1]	43,76[-1]	683[-1]	Trinité-et-Tobago
							Union européenne
	487 242	24,96	5 857	522 010[-2]	26,80[-2]	6 297[-2]	Allemagne
	59 341	28,44	7 088	65 609[-2]	28,99[-2]	7 780[-2]	Autriche
	55 858	32,71	5 142	63 207[-2]	33,47[-2]	5 743[-2]	Belgique
	14 699	47,62	1 974	15 219[-1]	48,61[-1]	2 091[-1]	Bulgarie
	1 696	35,55	1 555	1 914[-1]	37,30[-1]	1 695[-1]	Chypre
	12 108	46,42	2 783	11 402[-1]	47,71[-1]	2 647[-1]	Croatie
	54 049	31,75	9 784	58 568[-1]	34,78[-1,r]	10 463[-1]	Danemark
	221 314	38,11	4 837	215 544[-1]	38,81[-1]	4 610[-1]	Espagne
	7 453	42,48	5 720	7 634[-1]	43,99[-1]	5 914[-1]	Estonie
	55 797	31,42	10 441	56 704[-1]	32,25[-1]	10 484[-1]	Finlande
	296 093	26,92[p]	4 708	356 469[-1,s]	25,59[-1,q,s]	5 575[-1,s]	France
	33 396[-4]	36,37[-4]	3 025[-4]	45 239[-2,s]	36,71[-2,s]	4 069[-2,s]	Grèce
	35 267	32,11	3 516	37 019[-1]	30,94[-1]	3 711[-1]	Hongrie
	20 901[r]	34,23[r]	4 739[r]	22 131[-2]	32,43[-2]	4 893[-2]	Irlande
	149 314	33,84	2 479	157 960[-1]	35,50[-1]	2 594[-1]	Italie
	6 324	52,37	2 994	7 995[-1]	52,81[-1]	3 880[-1]	Lettonie
	13 882	51,01	4 475	17 677[-1]	52,36[-1]	5 839[-1]	Lituanie
	2 951	21,21	5 924	3 267[-2]	24,00[-2]	6 327[-2]	Luxembourg
	945	29,42	2 235	1 451[-1]	29,50[-1]	3 392[-1]	Malte
	54 505	25,88	3 291	104 265[-1,s]	26,31[-1,s]	6 238[-1,s]	Pays-Bas
	98 165	39,52	2 570	103 627[-1]	38,29[-1]	2 712[-1]	Pologne
	75 206	44,33	7 108	81 750[-1]	45,02[-1]	7 709[-1]	Portugal
	43 092	28,86	4 109	47 651[-1]	27,50[-1]	4 470[-1]	République tchèque
	30 645	44,73	1 398	27 838[-1,s]	45,14[-1,s]	1 280[-1,s]	Roumanie
	385 489[r]	37,93[r]	6 248[r]	442 385[-1,r]	37,83[-1,r]	7 046[-1,r]	Royaume-Uni
	21 832	42,47	4 024	24 441	42,70	4 484	Slovaquie
	10 444	35,66	5 109	12 362[-1,s]	35,80[-1,s]	5 979[-1,s]	Slovénie
	72 864	35,68	7 826	80 039[-2]	37,22[-2]	8 471[-2]	Suède
							Europe du Sud-Est
	1 721[-1,q]	44,33[-1,q]	545[-1,q]	–	–	–	Albanie
	2 953[-2,q]	–	763[-2,q]	1 245[s]	38,88	325[s]	Bosnie-Herzégovine
	1 795	51,25	855	2 867	49,15	1 361	Macédoine, ex-République yougoslave de
	671[-2]	41,28[-2]	1 086[-2]	1 546[-2,s]	49,87[-2]	2 491[-2,s]	Monténégro
	12 006	47,44	1 237	13 249[-1]	49,64[-1]	1 387[-1]	Serbie

Tableau S6 : Nombre total de chercheurs et chercheurs par million d'habitants, 2009 et 2013

	Nombre total de chercheurs	Chercheuses (%) *	Nombre de chercheurs par million d'habitants	Nombre total de chercheurs	Chercheuses (%) *	Nombre de chercheurs par million d'habitants	
Europe (autres) et Asie de l'Ouest							
Arménie	–	–	–	–	–	–	
Azerbaïdjan	–	–	–	–	–	–	
Bélarus	–	–	–	–	–	–	
Fédération de Russie	442 263	–	3 078	440 581	–	3 085	
Géorgie	–	–	–	–	–	–	
Iran, République islamique d'	52 256[i]	24,21[i]	711[i]	54 813[-3,i]	26,96[-3,i]	736[-3,i]	
Israël	–	–	–	63 728[-1,p,r]	21,19[-2,p]	8 337[-1,p,r]	
Moldova, République de	2 861	48,03	794	2 623	47,85	752	
Turquie	57 759	33,37	811	89 075	32,96	1 189	
Ukraine	61 858[q]	43,89[-2]	1 337[q]	52 626[q]	–	1 163[q]	
Association européenne de libre-échange							
Islande	2 505	39,93	7 983	2 258[-2,s]	35,96[-2,s]	7 012[-2,s]	
Liechtenstein	–	–	–	–	–	–	
Norvège	26 273	–	5 433	28 343	–	5 621	
Suisse	25 142[-1]	–	3 285[-1]	35 950[-1]	–	4 495[-1]	
Afrique subsaharienne							
Angola	–	–	–	1 150[-2]	27,83[-2]	57[-2]	
Afrique du Sud	19 793	39,02	389	21 383[-1]	43,42[-1]	408[-1]	
Bénin	–	–	–	–	–	–	
Botswana	–	–	–	352[-1]	26,64[-1]	176[-1]	
Burkina Faso	–	–	–	742[-3]	21,61[-3]	48[-3]	
Burundi	–	–	–	–	–	–	
Cabo Verde	60[-7,q]	–	131[-7,q]	25[-2,l,q,s]	36,00[-2,l,q]	51[-2,l,q,s]	
Cameroun	–	–	–	–	–	–	
Comores	–	–	–	–	–	–	
Congo	102[-9,q]	12,78[-9]	33[-9,q]	–	–	–	
Congo, Rép. dém. du	–	–	–	–	–	–	
Côte d'Ivoire	1 269[-4,q]	16,55[-4,q]	73[-4,q]	–	–	–	
Djibouti	–	–	–	–	–	–	
Érythrée	–	–	–	–	–	–	
Éthiopie	1 615[-2]	7,74[-2]	20[-2]	4 267[s]	13,04	45[s]	
Gabon	–	–	–	–	–	–	
Gambie	179	20,00[-1]	110	59[-2,q,s]	20,48[-2]	34[-2,q,s]	
Ghana	392[-2]	17,59[-2]	17[-2]	941[-3,s]	17,30[-3]	39[-3,s]	
Guinée	–	–	–	–	–	–	
Guinée-Bissau	–	–	–	–	–	–	
Guinée équatoriale	–	–	–	–	–	–	
Kenya	2 105[-2,q]	17,84[-2,r]	56[-2,q]	9 305[-3,s]	20,00[-3]	227[-3,s]	
Lesotho	46[q]	41,03[q]	23[q]	12[-2,l,q]	32,77[-2,q]	6[-2,l,q]	
Libéria	–	–	–	–	–	–	
Madagascar	930[q]	31,72	45[q]	1 106[-2,q,s]	34,18[-2]	51[-2,q,s]	
Malawi	406[-2]	21,86[-2]	30[-2]	732[-3,h]	18,55[-3]	49[-3,h]	
Mali	513[-3,q]	13,26[-3,q]	42[-3,q]	443[-3]	14,06[-3]	32[-3]	
Maurice	–	–	–	228[-1,h]	41,44[-1,h]	184[-1,h]	
Mozambique	273[h,i,q]	33,72[q]	12[h,i,q]	912[-3,h,s]	32,24[-3]	38[-3,h,s]	
Namibie	–	–	–	–	–	–	
Niger	101[-4,q]	–	8[-4,q]	–	–	–	
Nigéria	5 677[-2,h,q]	23,35[-2,q]	39[-2,h,q]	–	–	–	
Ouganda	–	–	–	1 263[-3]	26,26[-3]	37[-3]	
République centrafricaine	–	–	–	–	–	–	
Rwanda	123[l,q]	34,17[l]	12[l,q]	–	–	–	
Sao Tomé-et-Principe	–	–	–	–	–	–	
Sénégal	4 527[-1]	23,81[-1]	370[-1]	4 679[-3]	24,83[-3]	361[-3]	
Seychelles	13[-4,q]	30,77[-4,q]	149[-4,q]	–	–	–	
Sierra Leone	–	–	–	–	–	–	
Somalie	–	–	–	–	–	–	
Soudan du Sud	–	–	–	–	–	–	
Swaziland	–	–	–	–	–	–	
Tanzanie	–	–	–	1 600[-3,h,q]	24,59[-3]	36[-3,h,q]	
Tchad	–	–	–	–	–	–	
Togo	216[-2,h]	12,21[-2,q]	37[-2,h]	242[-1,h,s]	9,45[-1]	36[-1,h,s]	
Zambie	536[-1]	34,33[-1]	43[-1]	–	–	–	
Zimbabwe	–	–	–	1 305[-1,h]	25,45[-1]	95[-1,h]	
États arabes							
Algérie	5 593[-4,q]	36,53[-4,q]	165[-4,q]	–	–	–	
Arabie saoudite	–	–	–	–	–	–	
Bahreïn	39[l,q]	41,03[l,q]	33[l,q]	67[l,q]	50,75[l,q]	50[l,q]	
Égypte	35 158[q]	36,00	458[q]	47 652[h]	43,69[h]	581[h]	
Émirats arabes unis	–	–	–	–	–	–	

	Nombre total de chercheurs	Chercheuses (%) *	Nombre de chercheurs par million d'habitants	Nombre total de chercheurs	Chercheuses (%) *	Nombre de chercheurs par million d'habitants	
							Europe (autres) et Asie de l'Ouest
	5 542[q]	45,69[q]	1 867[q]	3 870[q]	48,14[q]	1 300[q]	Arménie
	11 041	52,35	1 229	15 784	53,34	1 677	Azerbaïdjan
	20 543	42,72	2 157	18 353	41,06	1 961	Bélarus
	369 237[q]	41,90[q]	2 570[q]	369 015[q]	40,88[q]	2 584[q]	Fédération de Russie
	8 112[-4]	52,70[-4]	1 813[-4]	–	–	–	Géorgie
	101 144[i]	23,69[i]	1 375[i]	115 762[-3,i]	25,86[-3,i]	1 555[-3,i]	Iran, République islamique d'
	–	–	–	–	–	–	Israël
	3 561	47,32	988	3 250	47,97	932	Moldova, République de
	114 436	36,29	1 606	166 097	36,23	2 217	Turquie
	76 147	44,82	1 646	65 641	45,82	1 451	Ukraine
							Association européenne de libre-échange
	3 754	42,59	11 963	3 270[-2,s]	37,34[-2,s]	10 154[-2,s]	Islande
	–	–	–	–	–	–	Liechtenstein
	44 762	35,23	9 257	46 747[-1]	36,20[-1]	9 361[-1]	Norvège
	45 874[-1]	30,18[-1]	5 994[-1]	60 278[-1]	32,41[-1]	7 537[-1]	Suisse
							Afrique subsaharienne
	–	–	–	1 482[-2]	27,06[-2]	73[-2]	Angola
	40 797	40,76	802	42 828[-1]	43,72[-1]	818[-1]	Afrique du Sud
	1 000[-2,q,r]	–	115[-2,q,r]	–	–	–	Bénin
	1 732[-4,q]	30,77[-4,q]	923[-4,q]	690[-1,s]	27,25[-1,s]	344[-1,s]	Botswana
	187[-2,q]	13,37[-2]	13[-2,q]	1 144[-3,s]	23,08[-3,s]	74[-3,s]	Burkina Faso
	362[q]	13,81	41[q]	379[-2,q]	14,51[-2]	40[-2,q]	Burundi
	107[-7,q]	52,34[-7]	233[-7,q]	128[-2,l,q,s]	39,84[-2,l,q]	261[-2,l,q,s]	Cabo Verde
	4 562[-1]	21,79[-1]	233[-1]	–	–	–	Cameroun
	–	–	–	–	–	–	Comores
	–	–	–	–	–	–	Congo
	12 470[b]	–	206[b]	–	–	–	Congo, Rép. dém. du
	2 397[-4,q]	16,48[-4,q]	138[-4,q]	–	–	–	Côte d'Ivoire
	–	–	–	–	–	–	Djibouti
	–	–	–	–	–	–	Érythrée
	2 377[-2]	7,40[-2]	30[-2]	8 221[s]	13,30	87[s]	Éthiopie
	531[q]	22,39[q]	350[q]	–	–	–	Gabon
	179	20,00[-1]	110	60[-2,q,s]	20,00[-2]	35[-2,q,s]	Gambie
	636[-2]	17,92[-2]	28[-2]	2 542[-3,s]	18,29[-3]	105[-3,s]	Ghana
	2 117[-9,q]	5,76[-9,q]	242[-9,q]	–	–	–	Guinée
	–	–	–	–	–	–	Guinée-Bissau
	–	–	–	–	–	–	Guinée équatoriale
	3 509[-2,q]	17,84[-2]	93[-2,q]	13 012[-3,s]	25,65[-3]	318[-3,s]	Kenya
	229[q]	41,03[q]	115[q]	42[-2,l,q]	30,95[-2,q]	21[-2,l,q]	Lesotho
	–	–	–	–	–	–	Libéria
	1 817[q]	33,90	89[q]	2 364[-2,q,s]	35,36[-2]	109[-2,q,s]	Madagascar
	733[-2]	23,19[-2]	53[-2]	1 843[-3,h]	19,53[-3]	123[-3,h]	Malawi
	877[-2,i,q]	10,60[-2,q]	69[-2,i,q]	898[-3]	16,04[-3]	64[-3]	Mali
	–	–	–	353[-1,h]	41,93[-1,h]	285[-1,h]	Maurice
	771[h,i,q]	33,72[q]	33[h,i,q]	1 588[-3,h,s]	32,24[-3]	66[-3,h,s]	Mozambique
	–	–	–	748[-3]	43,72[-3]	343[-3]	Namibie
	129[-4,q]	–	10[-4,q]	–	–	–	Niger
	17 624[-2,h,q]	23,30[-2,q]	120[-2,h,q]	–	–	–	Nigéria
	1 703	40,40	52	2 823[-3,s]	24,34[-3]	83[-3,s]	Ouganda
	134[q]	41,46[-2,l]	31[q]	–	–	–	République centrafricaine
	564[l,q]	21,81[l]	54[l,q]	–	–	–	Rwanda
	–	–	–	–	–	–	Sao Tomé-et-Principe
	7 859[-1]	24,05[-1]	642[-1]	8 170[-3]	24,86[-3]	631[-3]	Sénégal
	14[-4,q]	35,71[-4,q]	161[-4,q]	–	–	–	Seychelles
	–	–	–	–	–	–	Sierra Leone
	–	–	–	–	–	–	Somalie
	–	–	–	–	–	–	Soudan du Sud
	–	–	–	–	–	–	Swaziland
	2 755[-2,h,q]	20,25[-2]	67[-2,h,q]	3 102[-3,h,q]	25,44[-3]	69[-3,h,q]	Tanzanie
	–	–	–	–	–	–	Tchad
	834[-2,h]	12,02[-2,q]	143[-2,h]	639[-1,h,s]	10,17[-1]	96[-1,h,s]	Togo
	612[-1]	30,72[-1]	49[-1]	–	–	–	Zambie
	–	–	–	2 739[-1,h]	25,26[-1]	200[-1,h]	Zimbabwe
							États arabes
	13 805[-4,q]	34,83[-4,q]	406[-4,q]	–	–	–	Algérie
	1 271[k,q]	1,42	47[k,q]	–	–	–	Arabie saoudite
	397[l,q]	33,75[l,q]	333[l,q]	510[l,q]	41,18[l,q]	383[l,q]	Bahreïn
	89 114[q]	37,34	1 161[q]	110 772[h]	42,77[h]	1 350[h]	Égypte
	–	–	–	–	–	–	Émirats arabes unis

Tableau S6 : Nombre total de chercheurs et chercheurs par million d'habitants, 2009 et 2013

	Nombre total de chercheurs	Chercheuses (%) *	Nombre de chercheurs par million d'habitants	Nombre total de chercheurs	Chercheuses (%) *	Nombre de chercheurs par million d'habitants	
Iraq	12 048[b,h]	34,06[h]	399[b,h]	13 559[-2,b,h]	33,94[-2,h]	426[-2,b,h]	
Jordanie	–	–	–	–	–	–	
Koweït	402[k,q]	37,06[k,q]	141[k,q]	439[-1,k,q]	36,22[-1,k,q]	135[-1,k,q]	
Liban	–	–	–	–	–	–	
Libye	–	–	–	–	–	–	
Maroc	20 703[-1,q]	29,49[-1]	669[-1,q]	27 714[-2,q]	31,79[-2]	864[-2,q]	
Mauritanie	–	–	–	–	–	–	
Oman	–	–	–	497[h]	23,54[h]	137[h]	
Palestine	567	33,57[-2]	145	2 492[h]	–	576[h]	
Qatar	–	–	–	1 203[-1]	20,23[-1]	587[-1]	
République arabe syrienne	–	–	–	–	–	–	
Soudan	–	–	–	–	–	–	
Tunisie	13 300	–	1 265	15 159[-1]	–	1 394[-1]	
Yémen	–	–	–	–	–	–	
Asie centrale							
Kazakhstan	5 593	–	355	12 552[s]	–	763[s]	
Kirghizistan	–	–	–	–	–	–	
Mongolie	–	–	–	–	–	–	
Ouzbékistan	–	–	–	15 029[-2,b]	39,14[-2]	534[-2,b]	
Tadjikistan	–	–	–	–	–	–	
Turkménistan	–	–	–	–	–	–	
Asie du Sud							
Afghanistan	–	–	–	–	–	–	
Bangladesh	–	–	–	–	–	–	
Bhoutan	–	–	–	–	–	–	
Inde	154 827[-4]	14,85[-4,q]	137[-4]	192 819[-3]	14,28[-3]	160[-3]	
Maldives	–	–	–	–	–	–	
Népal	1 500[-7,r]	–	62[-7,r]	–	–	–	
Pakistan	27 602[h]	23,67	162[h]	30 244[h]	31,27[h]	166[h]	
Sri Lanka	1 972[-1]	38,89[-1]	96[-1]	2 140[-3]	39,35[-3]	103[-3]	
Asie du Sud-Est							
Brunéi Darussalam	102[-5,q]	–	282[-5,q]	–	–	–	
Cambodge	223[-7,q,r]	22,60[-7,q,r]	18[-7,q,r]	–	–	–	
Chine	1 152 311	–	853	1 484 040	–	1 071	
Chine (Hong Kong, SAR)	19 283	–	2 752	21 236[-1]	–	2 971[-1]	
Chine (Macao, SAR)	300[q]	29,68[q]	575[q]	527[q]	32,18[q]	931[q]	
Indonésie	21 349[q,r]	–	90[q,r]	–	–	–	
Japon	655 530	–	5 147	660 489	–	5 195	
Malaisie	29 608	47,69	1 065	52 052[-1]	47,01[-1]	1 780[-1]	
Myanmar	837[-7,q]	–	17[-7,q]	–	–	–	
Philippines	6 957[-2]	50,81[-2]	78[-2]	–	–	–	
République de Corée	244 077	–	5 068	321 842	–	6 533	
République démocratique populaire lao	87[-7,q]	–	16[-7,q]	–	–	–	
République populaire démocratique de Corée	–	–	–	–	–	–	
Singapour	30 530	–	6 150	34 141[-1]	–	6 438[-1]	
Thaïlande	22 000	50,29	332	36 360[-2]	53,10[-2]	546[-2]	
Timor-Leste	–	–	–	–	–	–	
Viet Nam	9 328[-7]	–	113[-7]	–	–	–	
Océanie							
Australie	92 649[-1]	–	4 280[-1]	–	–	–	
Fidji	–	–	–	–	–	–	
Îles Cook	–	–	–	–	–	–	
Îles Marshall	–	–	–	–	–	–	
Îles Salomon	–	–	–	–	–	–	
Kiribati	–	–	–	–	–	–	
Micronésie	–	–	–	–	–	–	
Nauru	–	–	–	–	–	–	
Nioué	–	–	–	–	–	–	
Nouvelle-Zélande	16 100	–	3 724	16 300[-2]	–	3 693[-2]	
Palaos	–	–	–	–	–	–	
Papouasie-Nouvelle-Guinée	–	–	–	–	–	–	
Samoa	–	–	–	–	–	–	
Tonga	–	–	–	–	–	–	
Tuvalu	–	–	–	–	–	–	
Vanuatu	–	–	–	–	–	–	

Source :
Institut de statistique de l'UNESCO (ISU), août 2015.

Sources des données contextuelles :
Population : Département des affaires économiques et sociales des Nations Unies, Division de la population (2013) ; *Perspectives de la population mondiale : révision de 2012.*

	Nombre total de chercheurs	Chercheuses (%) *	Nombre de chercheurs par million d'habitants	Nombre total de chercheurs	Chercheuses (%) *	Nombre de chercheurs par million d'habitants	
	36 470[b,h]	34,16[h]	1 209[b,h]	40 521[-2,b,h]	34,17[-2,h]	1 273[-2,b,h]	Iraq
	11 310[-1,q]	22,54[-1]	1 913[-1,q]	–	–	–	Jordanie
	402[k,q]	37,06[k,q]	141[k,q]	4 025[h,s]	37,34[h,s]	1 195[h,s]	Koweït
	–	–	–	–	–	–	Liban
	460[q]	24,75	77[q]	–	–	–	Libye
	29 276[-1,q]	27,60[-1]	946[-1,q]	36 732[-2,q]	30,19[-2]	1 146[-2,q]	Maroc
	–	–	–	–	–	–	Mauritanie
	–	–	–	1 235[h]	21,13[h]	340[h]	Oman
	1 550	18,77	396	4 533[h]	22,59[h]	1 048[h]	Palestine
	–	–	–	1 725[-1]	21,86[-1]	841[-1]	Qatar
	–	–	–	–	–	–	République arabe syrienne
	11 208[-4,b,r]	40,00[-4,r]	355[-4,b,r]	–	–	–	Soudan
	28 274	–	2 690	30 127[-1]	–	2 770[-1]	Tunisie
	–	–	–	–	–	–	Yémen
							Asie centrale
	10 095	48,46	641	17 195[s]	51,46[s]	1 046[s]	Kazakhstan
	2 290	43,45	435	2 224[-2]	43,21[-2]	412[-2]	Kirghizistan
	1 748[q]	48,11[q]	654[q]	1 912[q]	48,90[q]	673[q]	Mongolie
	30 273	42,99	1 105	30 890[-2]	40,92[-2]	1 097[-2]	Ouzbékistan
	1 722	38,79[-3]	231	2 152[h]	33,83	262[h]	Tadjikistan
	–	–	–	–	–	–	Turkménistan
							Asie du Sud
	–	–	–	–	–	–	Afghanistan
	–	–	–	–	–	–	Bangladesh
	–	–	–	–	–	–	Bhoutan
	–	–	–	–	–	–	Inde
	–	–	–	–	–	–	Maldives
	3 000[-7,r]	15,00[-7,r]	124[-7,r]	5 123[-3,q,s]	7,79[-3]	191[-3,q,s]	Népal
	54 689[h]	26,97	322[h]	60 699[h]	29,78[h]	333[h]	Pakistan
	4 037[-1]	39,86[-1]	197[-1]	5 162[-3]	36,92[-3]	249[-3]	Sri Lanka
							Asie du Sud-Est
	244[-5,q]	40,57[-5]	676[-5,q]	–	–	–	Brunéi Darussalam
	744[-7,q,r]	20,70[-7,q,r]	59[-7,q,r]	–	–	–	Cambodge
	–	–	–	2 069 650[-1]	–	1 503[-1]	Chine
	23 014	–	3 284	24 934[-1]	–	3 488[-1]	Chine (Hong Kong, SAR)
	658[q]	32,37[q]	1 261[q]	1 110[q]	34,50[q]	1 960[q]	Chine (Macao, SAR)
	41 143[r]	30,58[-4]	173[q,r]	–	–	–	Indonésie
	889 341	13,62	6 983	892 406	14,63	7 019	Japon
	53 304	50,91	1 918	75 257[-1]	49,92[-1]	2 574[-1]	Malaisie
	4 725[-7,q]	85,46[-7,b]	96[-7,q]	–	–	–	Myanmar
	11 490[-2]	52,25[-2]	129[-2]	–	–	–	Philippines
	323 175	15,80	6 710	410 333	18,18	8 329	République de Corée
	209[-7,q]	22,97[-7,r]	38[-7,q]	–	–	–	République démocratique populaire lao
	–	–	–	–	–	–	République populaire démocratique de Corée
	34 387	28,49	6 927	38 432[-1]	29,57[-1]	7 247[-1]	Singapour
	38 506	51,08	581	51 178[-2]	52,66[-2]	769[-2]	Thaïlande
	–	–	–	–	–	–	Timor-Leste
	41 117[-7]	42,77[-7]	498[-7]	105 230[-2,s]	41,67[-2,s]	1 170[-2,s]	Viet Nam
							Océanie
	–	–	–	–	–	–	Australie
	–	–	–	–	–	–	Fidji
	–	–	–	–	–	–	Îles Cook
	–	–	–	–	–	–	Îles Marshall
	–	–	–	–	–	–	Îles Salomon
	–	–	–	–	–	–	Kiribati
	–	–	–	–	–	–	Micronésie
	19[-6,q]	15,79[-6,q]	1 925[-6,q,r]	–	–	–	Nauru
	–	–	–	–	–	–	Nioué
	27 000	51,99[-8]	6 246	28 100[-2]	–	6 366[-2]	Nouvelle-Zélande
	–	–	–	–	–	–	Palaos
	–	–	–	–	–	–	Papouasie-Nouvelle-Guinée
	–	–	–	–	–	–	Samoa
	–	–	–	–	–	–	Tonga
	–	–	–	–	–	–	Tuvalu
	–	–	–	–	–	–	Vanuatu

Remarque :
* Les années de recensement de la part de chercheuses et du nombre total de chercheurs dans un même pays peuvent différer.

N.B. La légende applicable à l'ensemble des tableaux est expliquée à la fin du tableau S10.

Tableau S7 : Part des chercheurs par domaine scientifique, 2013 ou année la plus proche (%)

	Année	Part des chercheurs par domaine scientifique (personnes physiques, %)								
		Sciences naturelles	Sciences de l'ingénieur et technologie	Sciences médicales et de la santé	Sciences agricoles	Sciences naturelles et ingénierie	Sciences sociales	Sciences humaines	Sciences sociales et sciences humaines	Non classées
Amérique du Nord										
Canada		–	–	–	–	–	–	–	–	–
États-Unis d'Amérique		–	–	–	–	–	–	–	–	–
Amérique latine										
Argentine	2012	26,73	18,65	13,42	10,96	69,76	21,18	9,06	30,24	–
Belize		–	–	–	–	–	–	–	–	–
Bolivie	2010	25,41	21,32	15,84	15,23	77,80	16,54	5,67	22,20	–
Brésil		–	–	–	–	–	–	–	–	–
Chili	2008	21,36	25,91	16,94	12,31	76,52	18,20	5,26	23,48	–
Colombie	2012	18,72	11,38	15,67	6,42	52,19	36,83	7,66	44,49	3,32
Costa Rica	2011	8,07[h]	8,36[h]	7,59[h]	7,29[h]	31,32[h]	8,91[h]	1,82[h]	10,73[h]	57,96[d]
El Salvador	2013	39,27	19,64	15,56	4,68	79,15	17,52	3,32	20,85	–
Équateur	2011	14,63	20,14	11,27	11,37	57,41	35,09	7,50	42,59	–
Guatemala	2012	20,42[q]	16,22[q]	19,82[q]	18,32[q]	74,77[q]	18,77[q]	6,46[q]	25,23[q]	–
Guyana		–	–	–	–	–	–	–	–	–
Honduras		–	–	–	–	–	–	–	–	–
Mexique	2003	16,71	35,43	12,34	9,58	74,07	17,40	8,53	25,93	–
Nicaragua		–	–	–	–	–	–	–	–	–
Panama	2008	19,65	8,21	14,69	5,62	48,16	17,93	–	17,93[q]	33,91
Paraguay	2008	13,18	15,06	12,24	20,94	61,41	23,29	9,88	33,18	5,41
Pérou		–	–	–	–	–	–	–	–	–
Suriname		–	–	–	–	–	–	–	–	–
Uruguay	2013	28,80	10,45	12,78	15,36	67,37	23,26	9,28	32,54	0,08
Venezuela	2009	11,76[q]	13,11[q]	22,16[q]	16,75[q]	63,77[q]	36,23[q]	–	36,23[q]	–
Caraïbes										
Antigua-et-Barbuda		–	–	–	–	–	–	–	–	–
Bahamas		–	–	–	–	–	–	–	–	–
Barbade		–	–	–	–	–	–	–	–	–
Cuba		–	–	–	–	–	–	–	–	–
Dominique		–	–	–	–	–	–	–	–	–
Grenade		–	–	–	–	–	–	–	–	–
Haïti		–	–	–	–	–	–	–	–	–
Jamaïque		–	–	–	–	–	–	–	–	–
République dominicaine		–	–	–	–	–	–	–	–	–
Saint-Kitts-et-Nevis		–	–	–	–	–	–	–	–	–
Saint-Vincent-et-les Grenadines		–	–	–	–	–	–	–	–	–
Sainte-Lucie		–	–	–	–	–	–	–	–	–
Trinité-et-Tobago	2012	24,73	29,54	14,44	10,50	79,21	20,79	–	20,79[q]	–
Union européenne										
Allemagne		–	–	–	–	–	–	–	–	–
Autriche		–	–	–	–	–	–	–	–	–
Belgique		–	–	–	–	–	–	–	–	–
Bulgarie	2012	24,59	27,33	13,48	7,91	73,31	15,99	10,70	26,69	–
Chypre	2012	28,32	24,45	4,96	2,98	60,71	25,34	13,95	39,29	–
Croatie	2012	15,54	30,74	20,93	7,04	74,26	15,69	10,05	25,74	–
Danemark		–	–	–	–	–	–	–	–	–
Espagne		–	–	–	–	–	–	–	–	–
Estonie	2012	24,88[h,r]	10,87[h,r]	6,75[h,r]	4,14h,r	46,63[h,r]	13,57h,r	13,09[h,r]	26,66[h,r]	26,71[d,r]
Finlande		–	–	–	–	–	–	–	–	–
France		–	–	–	–	–	–	–	–	–
Grèce	2011	14,98	34,49	21,23	5,22	75,91	12,12	11,97	24,09	–
Hongrie	2012	26,87	33,35	10,85	5,18	76,24	13,23	10,54	23,76	–
Irlande		–	–	–	–	–	–	–	–	–
Italie		–	–	–	–	–	–	–	–	–
Lettonie	2012	21,56[h,r]	19,01[h,r]	9,14[h,r]	5,90[h,r]	55,62[h,r]	19,34[h,r]	10,81[h,r]	30,14[h,r]	14,23[d,r]
Lituanie	2012	17,31[h,r]	14,73[h,r]	11,92[h,r]	2,74[h,r]	46,70[h,r]	26,77[h,r]	15,00[h,r]	41,77[h,r]	11,53[d,r]
Luxembourg		–	–	–	–	–	–	–	–	–
Malte	2012	23,57	27,98	14,40	2,89	68,85	16,47	9,44	25,91	5,24
Pays-Bas	2012	17,02	42,92	14,58	7,74	82,26	14,35	3,39	17,74	–
Pologne	2012	18,35	32,15	14,66	5,89	71,05	16,45	12,50	28,95	–
Portugal	2012	21,92	29,62	16,51	2,72	70,77	18,13	11,10	29,23	–
République tchèque	2012	27,08	39,52	11,88	4,55	83,04	9,36	7,61	16,96	–
Roumanie	2012	17,20	46,93	9,24	4,50	77,86	15,91	6,23	22,14	–
Royaume-Uni		–	–	–	–	–	–	–	–	–
Slovaquie	2013	16,55	32,74	12,33	4,11	65,73	20,29	13,98	34,27	–
Slovénie	2012	24,82	39,39	13,82	5,82	83,87	9,58	6,56	16,14	–
Suède		–	–	–	–	–	–	–	–	–
Europe du Sud-Est										
Albanie	2008	8,66[q]	13,83[q]	9,06[q]	19,17[q]	50,73[q]	13,71[q]	35,56[q]	49,27[q]	–
Bosnie-Herzégovine	2013	16,55	40,48	2,49	14,30	73,82	19,68	5,46	25,14	1,04
Macédoine, ex-République yougoslave de	2012	4,89	16,67	30,93	8,87	61,36	18,47	20,17	38,64	–
Monténégro	2011	6,73	21,67	28,53	4,27	61,19	18,82	19,99	38,81	–
Serbie	2012	20,58	23,95	9,37	13,37	67,27	19,02	13,71	32,73	–

	Année	Part des chercheurs par domaine scientifique (personnes physiques, %)								
		Sciences naturelles	Sciences de l'ingénieur et technologie	Sciences médicales et de la santé	Sciences agricoles	Sciences naturelles et ingénierie	Sciences sociales	Sciences humaines	Sciences sociales et sciences humaines	Non classées
Europe (autres) et Asie de l'Ouest										
Arménie	2013	56,69[q]	14,11[q]	9,92[q]	1,16[q]	81,89[q]	5,61[q]	12,51[q]	18,11[q]	–
Azerbaïdjan	2013	32,78	16,09	11,11	6,65	66,63	13,36	20,01	33,37	–
Bélarus	2013	18,59	61,00	4,77	5,76	90,12	7,52	2,36	9,88	–
Fédération de Russie	2013	23,19[q]	61,00[q]	4,43[q]	3,22[q]	91,84[q]	4,98[q]	3,18[q]	8,16[q]	–
Géorgie	2005	29,34	14,95	9,90	11,33	65,52	9,38	19,08	28,46	6,02
Iran, République islamique d'	2010	13,67[i]	25,14[i]	20,79[j]	18,78[i]	78,37[i]	21,63[c,i]	–[g,i]	21,63[i]	–[i]
Israël		–	–	–	–	–	–	–	–	–
Moldova, République de	2013	35,94	13,78	14,06	12,34	76,12	12,65	11,23	23,88	–
Turquie	2013	10,06	35,86	22,13	4,50	72,55	18,39	9,06	27,45	–
Ukraine	2013	25,16	42,00	6,40	8,06	81,61	7,07	3,17	10,24	8,15
Association européenne de libre-échange										
Islande		–	–	–	–	–	–	–	–	–
Liechtenstein		–	–	–	–	–	–	–	–	–
Norvège	2012	–	–	–	–	76,06	–	–	23,70	0,24
Suisse		–	–	–	–	–	–	–	–	–
Afrique subsaharienne										
Afrique du Sud		–	–	–	–	–	–	–	–	–
Angola	2011	23,14	18,62	9,24	12,96	63,97	30,97	5,06	36,03	–
Bénin		–	–	–	–	–	–	–	–	–
Botswana	2012	37,54	11,01	22,61	20,00	91,16	2,17	0,14	2,32	6,52
Burkina Faso	2010	13,90	16,52	42,05	10,58	83,04	9,18	4,46	13,64	3,32
Burundi	2011	–	–	–	19,79[j]	19,79[q]	1,06[j]	–	1,06[q]	79,16[e]
Cabo Verde	2011	15,63[l,q]	35,94[l,q]	3,91[l,q]	1,56[l,q]	57,03[l,q]	22,66[l,q]	20,31[l,q]	42,97[l,q]	–
Cameroun		–	–	–	–	–	–	–	–	–
Comores		–	–	–	–	–	–	–	–	–
Congo		–	–	–	–	–	–	–	–	–
Congo, Rép. dém. du		–	–	–	–	–	–	–	–	–
Côte d'Ivoire		–	–	–	–	–	–	–	–	–
Djibouti		–	–	–	–	–	–	–	–	–
Érythrée		–	–	–	–	–	–	–	–	–
Éthiopie	2013	15,29	9,48	18,48	30,26	73,51	16,81	7,21	24,02	2,47
Gabon	2009	13,18[q]	4,71[q]	4,52[q]	8,10[q]	30,51[q]	22,41[q]	12,99[q]	35,40[q]	34,09[q]
Gambie	2011	–	–	40,00	60,00	100,00[q]	–	–	–	–
Ghana	2010	17,19	11,41	17,98	14,20	60,78	21,01	15,11	36,11	3,11
Guinée		–	–	–	–	–	–	–	–	–
Guinée-Bissau		–	–	–	–	–	–	–	–	–
Guinée équatoriale		–	–	–	–	–	–	–	–	–
Kenya	2010	3,67	13,73	25,45	40,51	83,37	9,45	7,19	16,63	–
Lesotho	2011	23,81[l,q]	19,05[l,q]	–	54,76[l,q]	97,62[l,q]	2,38[l,q]	–	2,38[l,q]	–
Libéria		–	–	–	–	–	–	–	–	–
Madagascar	2011	37,18	10,62	9,52	7,15	64,47	19,37	9,73	29,10	6,43
Malawi	2010	15,63[h]	20,18[h]	18,61[h]	16,93[h]	71,35[h]	18,45[h]	10,20[h]	28,65[h]	–
Mali	2006	46,04[q]	8,58[q]	13,59[q]	11,89[q]	80,10	13,03[q]	6,88[q]	19,90	–
Maurice	2012	21,81[r]	10,20[r]	10,20[r]	33,71[r]	75,92[r]	16,43[r]	5,95[r]	22,38[r]	1,70[r]
Mozambique	2010	19,27	22,04	13,16	8,94	63,41	34,13	2,46	36,59	–
Namibie	2010	10,96	2,41	6,82	42,91	63,10	15,91	5,75	21,66	15,24
Niger		–	–	–	–	–	–	–	–	–
Nigéria		–	–	–	–	–	–	–	–	–
Ouganda	2010	17,43	12,15	10,06	11,52	51,17	37,38	11,45	48,83	–
République centrafricaine	2009	36,57[q]	2,99[q]	13,43[q]	9,70[q]	62,69[q]	8,96[q]	24,63[q]	33,58[q]	3,73[q]
Rwanda		–	–	–	–	–	–	–	–	–
Sao Tomé-et-Principe		–	–	–	–	–	–	–	–	–
Sénégal	2010	18,00	1,98	19,60	1,60	41,19	50,67	6,40	57,07	1,74
Seychelles	2005	78,57	–	–	14,29	92,86[q]	–	–	–	7,14
Sierra Leone		–	–	–	–	–	–	–	–	–
Somalie		–	–	–	–	–	–	–	–	–
Soudan du Sud		–	–	–	–	–	–	–	–	–
Swaziland		–	–	–	–	–	–	–	–	–
Tanzanie		–	–	–	–	–	–	–	–	–
Tchad		–	–	–	–	–	–	–	–	–
Togo	2012	15,65[h]	6,10[h]	18,78[h]	14,71[h]	55,24[h]	2,35[h]	41,94[h]	44,29[h]	0,47[h]
Zambie		–	–	–	–	–	–	–	–	–
Zimbabwe	2012	30,05[h]	13,33[h]	0,18[h]	13,91[h]	57,47[h]	22,16[h]	15,48[h]	37,64[h]	4,89[h]
États arabes										
Algérie	2005	24,27[l,q]	37,63[q]	8,15[l,q]	8,40[q]	78,44[q]	9,40[l,q]	12,16[q]	21,56[q]	–
Arabie saoudite	2009	16,76[k]	43,04[k]	0,71[k]	2,60[k]	63,10[k]	–[k]	0,47[k]	0,47[k]	36,43[k]
Bahreïn	2013	8,24[l,q]	15,88[l,q]	43,53[l,q]	0,39[l,q]	68,04[l,q]	15,29[l,q]	5,69[l,q]	20,98[l,q]	10,98[l,q]
Égypte	2013	8,08[l]	7,20[l]	31,76[l]	4,12[l]	51,16[l]	16,83[l]	11,41[l]	28,24[l]	20,61[k]
Émirats arabes unis		–	–	–	–	–	–	–	–	–
Iraq	2011	17,75[b,h]	18,86[b,h]	12,39[b,h]	9,36[b,h]	58,35[b,h]	32,33[b,h]	9,30[b,h]	41,63[b,h]	0,02[h]
Jordanie	2008	8,20	18,80	12,61	2,93	42,53	3,99	18,13	22,12	35,35

Tableau S7 : Part des chercheurs par discipline scientifique, 2013 ou année la plus proche (%)

	Année	Part des chercheurs par domaine scientifique (personnes physiques, %)								
		Sciences naturelles	Sciences de l'ingénieur et technologie	Sciences médicales et de la santé	Sciences agricoles	Sciences naturelles et ingénierie	Sciences sociales	Sciences humaines	Sciences sociales et sciences humaines	Non classées
Koweït	2013	14,34[h]	13,37[h]	11,85[h]	5,17[h]	44,72[h]	8,77[h]	13,34[h]	22,11[h]	33,17[h]
Liban		–	–	–	–	–	–	–	–	–
Libye		–	–	–	–	–	–	–	–	–
Maroc	2011	33,71	7,56	10,40	1,80	53,46	26,10	20,44	46,54	–
Mauritanie		–	–	–	–	–	–	–	–	–
Oman	2013	15,55[h]	13,04[h]	6,48[h]	25,26[h]	60,32h	24,29[h]	13,20[h]	37,49[h]	2,19[h]
Palestine	2013	16,55[h]	10,90[h]	5,85[h]	4,83[h]	38,12h	27,69[h]	34,19[h]	61,88[h]	–[h]
Qatar	2012	9,33	42,67	26,03	1,62	79,65	14,26	4,81	19,07	1,28
République arabe syrienne		–	–	–	–	–	–	–	–	–
Soudan	2005	17,86[r]	27,18[r]	22,29[r]	6,00[r]	73,32r	16,06[r]	8,10[r]	24,16[r]	2,52[r]
Tunisie		–	–	–	–	–	–	–	–	–
Yémen		–	–	–	–	–	–	–	–	–
Asie centrale										
Kazakhstan	2013	29,61	29,05	6,21	12,50	77,38	10,33	12,29	22,62	–
Kirghizistan	2011	26,66	25,49	17,67	9,53	79,36	6,92	11,65	18,57	2,07[r]
Mongolie	2013	37,45[q]	12,76[q]	9,94[q]	15,90[q]	76,05q	23,95[c,q]	–	23,95[q]	–
Ouzbékistan	2011	22,37	16,13	11,85	6,06	56,40	22,07	21,53	43,60	–
Tadjikistan	2013	23,65	9,57	17,38	21,93	72,54	15,57	11,90	27,46	–
Turkménistan		–	–	–	–	–	–	–	–	–
Asie du Sud										
Afghanistan		–	–	–	–	–	–	–	–	–
Bangladesh		–	–	–	–	–	–	–	–	–
Bhoutan		–	–	–	–	–	–	–	–	–
Inde		–	–	–	–	–	–	–	–	–
Maldives		–	–	–	–	–	–	–	–	–
Népal		–	–	–	–	–	–	–	–	–
Pakistan	2013	23,37[h]	17,45[h]	15,66[h]	13,03[h]	69,52h	17,12[h]	9,89[h]	27,01[h]	3,47[h]
Sri Lanka	2010	28,30	22,22	16,35	20,34	87,21	7,81[c]	–[g]	7,81	4,98
Asie du Sud-Est										
Brunéi Darussalam		–	–	–	–	–	–	–	–	–
Cambodge		–	–	–	–	–	–	–	–	–
Chine		–	–	–	–	–	–	–	–	–
Chine (Hong Kong, SAR)		–	–	–	–	–	–	–	–	–
Chine (Macao, SAR)	2013	10,45	14,23	13,87	–	38,56q	41,80[q]	18,56[q]	60,36[q]	1,08[q]
Indonésie	2005	11,07[i]	11,12[i]	7,28[i]	13,39[i]	42,86i	18,16[i]	7,34[i]	25,50[i]	31,64
Japon	2013	18,27	47,92	14,57	4,33	85,08	5,90	3,37	11,52	3,40
Malaisie	2012	27,61	42,78	3,89	6,61	80,89	16,09	3,02	19,11	–
Myanmar	2002	14,12	34,41	4,68	1,82	55,03	42,46	2,52	44,97	–
Philippines	2007	15,63	34,87	8,18	22,42	81,11	15,22	2,32	17,55	1,35
République de Corée	2013	12,55	68,09	5,68	2,46	88,78	6,15	5,08	11,22	–
République démocratique populaire lao		–	–	–	–	–	–	–	–	–
République populaire démocratique de Corée		–	–	–	–	–	–	–	–	–
Singapour	2012	16,31	61,04	16,63	2,05	96,02	–	–	–	3,98
Thaïlande	2011	8,97[h]	12,31[h]	12,57[h]	8,86[h]	42,72h	26,81[h]	2,62[h]	29,43[h]	27,86
Timor-Leste		–	–	–	–	–	–	–	–	–
Viet Nam		–	–	–	–	–	–	–	–	–
Océanie										
Australie		–	–	–	–	–	–	–	–	–
Fidji		–	–	–	–	–	–	–	–	–
Îles Cook		–	–	–	–	–	–	–	–	–
Îles Marshall		–	–	–	–	–	–	–	–	–
Îles Salomon		–	–	–	–	–	–	–	–	–
Kiribati		–	–	–	–	–	–	–	–	–
Micronésie		–	–	–	–	–	–	–	–	–
Nauru		–	–	–	–	–	–	–	–	–
Nioué		–	–	–	–	–	–	–	–	–
Nouvelle-Zélande		–	–	–	–	–	–	–	–	–
Palaos		–	–	–	–	–	–	–	–	–
Papouasie-Nouvelle-Guinée		–	–	–	–	–	–	–	–	–
Samoa		–	–	–	–	–	–	–	–	–
Tonga		–	–	–	–	–	–	–	–	–
Tuvalu		–	–	–	–	–	–	–	–	–
Vanuatu		–	–	–	–	–	–	–	–	–

Source : Institut de statistique de l'UNESCO (ISU), août 2015.

N.B. La légende applicable à l'ensemble des tableaux est expliquée à la fin du tableau S10.

Tableau S8 : Publications scientifiques par pays, 2005-2014

	Nombre de publications										Publications par million d'habitants	
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2008	2014
Amérique du Nord												
Canada	39 879	42 648	43 917	46 829	48 713	49 728	51 508	51 459	54 632	54 631	1 403	1 538
États-Unis d'Amérique	267 521	275 884	280 806	289 769	294 630	301 826	312 374	306 688	324 047	321 846	945	998
Amérique latine												
Argentine	5 056	5 429	5 767	6 406	6 779	7 234	7 664	7 657	8 060	7 885	161	189
Belize	12	12	6	8	5	13	12	13	19	16	27	47
Bolivie	120	131	179	192	184	173	186	155	212	207	20	19
Brésil	17 106	19 102	23 621	28 244	30 248	31 449	34 006	34 165	37 041	37 228	147	184
Chili	2 912	3 090	3 429	3 737	4 254	4 477	5 008	5 320	5 604	6 224	222	350
Colombie	871	1 040	1 333	1 967	2 155	2 503	2 790	2 957	3 189	2 997	44	61
Costa Rica	302	304	316	389	381	394	413	379	391	474	86	96
El Salvador	20	17	15	18	23	34	42	41	32	42	3	7
Équateur	203	200	263	281	349	295	299	369	425	511	19	32
Guatemala	63	52	65	63	87	94	85	105	115	101	5	6
Guyana	18	8	17	17	10	23	14	16	18	23	22	29
Honduras	25	30	23	30	34	39	46	49	56	35	4	4
Mexique	6 899	6 992	7 891	8 559	8 738	9 047	9 842	10 093	10 957	11 147	74	90
Nicaragua	39	55	37	55	50	62	57	70	52	54	10	9
Panama	156	191	226	250	244	294	292	325	343	326	70	83
Paraguay	28	29	39	34	37	54	65	58	67	57	5	8
Pérou	334	387	452	499	539	551	621	633	713	783	17	25
Suriname	13	6	6	7	6	6	7	22	22	11	14	20
Uruguay	425	441	463	582	605	603	733	653	728	824	174	241
Venezuela	1 097	1 125	1 128	1 325	1 200	1 174	1 040	913	1 010	788	47	26
Caraïbes												
Antigua-et-Barbuda	5	4	5	7	2	4	1	2	4	1	82	11
Bahamas	8	9	17	12	12	12	20	17	26	33	34	86
Barbade	44	42	39	50	41	52	67	63	55	52	180	182
Cuba	662	713	733	804	772	717	818	804	817	749	71	67
Dominique	5	2	6	2	4	12	10	9	10	10	28	138
Grenade	17	30	57	72	83	81	95	112	106	152	693	1 430
Haïti	14	23	16	20	18	24	48	39	48	60	2	6
Jamaïque	136	126	143	157	159	169	177	178	151	117	58	42
République dominicaine	20	19	26	34	26	39	45	52	63	49	3	5
Saint-Kitts-et-Nevis	1	3	1	3	9	10	6	14	20	40	59	730
Saint-Vincent-et-les Grenadines	0	2	1	0	1	3	2	3	1	2	0	18
Sainte-Lucie	2	2	2	1	0	9	2	1	2	0	6	0
Trinité-et-Tobago	136	110	137	142	154	152	169	161	149	146	108	109
Union européenne												
Allemagne	73 573	75 191	76 754	79 402	82 452	85 095	88 836	88 322	92 975	91 631	952	1 109
Autriche	8 644	8 865	9 502	10 049	10 407	11 127	11 939	11 746	12 798	13 108	1 205	1 537
Belgique	12 572	12 798	13 611	14 467	15 071	15 962	16 807	16 719	18 119	18 208	1 343	1 634
Bulgarie	1 756	1 743	2 241	2 266	2 310	2 172	2 153	2 244	2 266	2 065	302	288
Chypre	258	302	346	408	508	610	638	707	855	814	379	706
Croatie	1 624	1 705	2 037	2 391	2 739	2 897	3 182	3 103	3 004	2 932	548	686
Danemark	8 747	9 116	9 411	9 817	10 257	11 285	12 387	12 763	13 982	14 820	1 786	2 628
Espagne	29 667	32 130	34 558	37 078	39 735	41 828	45 318	46 435	49 435	49 247	820	1 046
Estonie	745	783	943	952	1 055	1 189	1 286	1 290	1 513	1 567	728	1 221
Finlande	7 987	8 475	8 542	8 814	8 928	9 274	9 666	9 571	10 206	10 758	1 657	1 976
France	52 476	54 516	55 254	59 304	60 893	61 626	63 418	62 371	66 057	65 086	948	1 007
Grèce	7 597	8 729	9 294	9 706	10 028	9 987	10 141	9 929	9 871	9 427	876	847
Hongrie	4 864	5 007	5 053	5 541	5 330	5 023	5 619	5 739	5 931	6 059	552	610
Irlande	3 941	4 375	4 613	5 161	5 519	6 173	6 552	6 244	6 691	6 576	1 186	1 406
Italie	40 111	42 396	44 810	47 139	49 302	50 069	52 290	52 679	57 943	57 472	787	941
Lettonie	319	298	369	420	406	395	555	528	592	586	196	287
Lituanie	885	1 127	1 666	1 714	1 668	1 660	1 899	1 793	1 768	1 827	545	607
Luxembourg	175	208	223	327	398	472	594	613	755	854	671	1 591
Malte	61	60	76	109	96	111	122	151	207	207	259	481
Pays-Bas	22 225	22 971	23 505	24 646	26 500	28 148	29 396	30 018	32 172	31 823	1 493	1 894
Pologne	13 843	15 129	16 032	18 210	18 506	19 172	20 396	21 486	22 822	23 498	477	615
Portugal	5 245	6 455	6 238	7 448	8 196	8 903	9 992	10 679	11 953	11 855	705	1 117
République tchèque	5 799	6 535	7 157	7 783	8 206	8 835	9 222	9 324	9 998	10 781	748	1 004
Roumanie	2 543	2 934	3 983	5 165	6 100	6 628	6 485	6 657	7 550	6 651	235	307
Royaume-Uni	70 201	73 377	75 763	77 116	78 867	81 553	84 360	83 405	89 429	87 948	1 257	1 385
Slovaquie	1 931	2 264	2 473	2 709	2 635	2 758	2 856	2 883	2 989	3 144	500	576
Slovénie	2 025	2 081	2 396	2 795	2 840	2 912	3 265	3 265	3 458	3 301	1 375	1 590
Suède	16 445	16 895	17 184	17 270	17 981	18 586	19 403	19 898	21 611	21 854	1 870	2 269
Europe du Sud-Est												
Albanie	37	30	39	58	65	88	146	127	144	154	18	48
Bosnie-Herzégovine	91	91	252	278	286	360	398	347	312	323	72	84
Macédoine, ex-République yougoslave de	106	134	179	201	211	235	263	273	282	330	96	157
Monténégro	42	59	64	94	102	130	155	152	171	191	152	307
Serbie	1 600	1 741	2 303	2 783	3 327	3 659	4 244	5 064	4 941	4 764	285	503
Europe (autres) et Asie de l'Ouest												
Arménie	381	404	418	560	497	574	670	775	705	691	188	232
Azerbaïdjan	237	238	227	299	389	457	522	497	424	425	34	45
Bélarus	978	945	914	1 033	998	964	1 067	1 133	1 046	1 077	108	116

Tableau S8 : Publications scientifiques par pays, 2005-2014

	Nombre de publications										Publications par million d'habitants	
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2008	2014
Fédération de Russie	24 694	24 068	25 606	27 418	27 861	26 869	28 285	26 183	28 649	29 099	191	204
Géorgie	305	363	327	338	358	381	485	570	515	527	77	122
Iran, République islamique d'	4 676	6 148	9 020	11 244	14 460	16 951	21 509	23 092	24 713	25 588	155	326
Israël	9 884	10 395	10 351	10 576	10 371	10 541	10 853	10 665	11 066	11 196	1 488	1 431
Moldova, République de	213	222	180	228	258	227	258	230	242	248	63	72
Turquie	13 830	14 734	17 281	18 493	20 657	21 374	22 065	22 251	23 897	23 596	263	311
Ukraine	4 029	3 935	4 205	5 020	4 450	4 445	4 909	4 601	4 834	4 895	108	109
Association européenne de libre-échange												
Islande	427	458	490	575	623	753	716	810	866	864	1 858	2 594
Liechtenstein	33	36	37	46	41	50	41	55	48	52	1 293	1 398
Norvège	6 090	6 700	7 057	7 543	8 110	8 499	9 327	9 451	9 947	10 070	1 579	1 978
Suisse	16 397	17 809	18 341	19 131	20 336	21 361	22 894	23 205	25 051	25 308	2 500	3 102
Afrique subsaharienne												
Afrique du Sud	4 235	4 711	5 152	5 611	6 212	6 628	7 682	7 934	8 790	9 309	112	175
Angola	17	13	15	15	32	29	28	36	40	45	1	2
Bénin	86	121	132	166	174	194	221	228	253	270	18	25
Botswana	112	152	148	162	133	114	175	156	171	210	84	103
Burkina Faso	116	159	149	193	214	220	268	296	241	272	13	16
Burundi	8	5	14	8	9	20	19	16	17	18	1	2
Cabo Verde	1	6	1	3	10	15	2	11	19	25	6	50
Cameroun	303	395	431	482	497	561	579	553	652	706	25	31
Comores	3	0	6	3	1	3	6	3	2	0	5	0
Congo	56	81	86	69	77	89	86	92	84	111	18	24
Congo, Rép. dém. du	21	14	26	38	69	82	109	119	144	114	1	2
Côte d'Ivoire	110	128	155	183	201	205	216	238	194	208	10	10
Djibouti	2	2	3	2	6	6	9	7	6	15	2	17
Érythrée	26	29	29	15	19	11	13	3	17	22	3	3
Éthiopie	281	293	382	402	484	514	630	638	790	865	5	9
Gabon	70	78	79	82	88	86	117	94	113	137	55	80
Gambie	68	97	71	95	87	97	73	100	111	124	60	65
Ghana	208	227	276	293	333	427	421	477	546	579	13	22
Guinée	12	30	22	16	23	27	23	25	35	49	2	4
Guinée-Bissau	19	17	27	20	19	21	24	22	29	37	13	21
Guinée équatoriale	1	2	2	2	5	4	5	5	2	4	3	5
Kenya	571	690	763	855	892	1 035	1 196	1 131	1 244	1 374	22	30
Lesotho	5	14	11	12	21	18	23	26	19	16	6	8
Libéria	4	4	0	6	1	8	8	9	13	11	2	3
Madagascar	114	140	158	152	156	166	182	181	209	188	8	8
Malawi	116	129	183	218	199	244	280	296	296	322	15	19
Mali	71	97	82	93	112	126	149	170	142	141	7	9
Maurice	49	51	42	44	49	70	61	85	90	89	36	71
Mozambique	55	60	79	84	95	100	157	134	137	158	4	6
Namibie	80	76	65	64	77	57	92	96	121	139	30	59
Niger	68	66	68	81	75	78	94	81	81	108	5	6
Nigéria	1 001	1 150	1 608	1 977	2 076	2 258	2 098	1 756	1 654	1 961	13	11
Ouganda	244	294	406	403	485	577	644	625	702	757	13	19
République centrafricaine	20	20	21	17	24	22	23	29	29	32	4	7
Rwanda	13	25	36	34	58	66	90	85	114	143	3	12
Sao Tomé-et-Principe	0	2	1	1	1	3	1	1	1	3	6	15
Sénégal	210	188	229	228	258	279	343	349	340	338	19	23
Seychelles	12	21	25	21	18	19	31	31	44	34	234	364
Sierra Leone	5	4	7	12	18	23	25	26	29	45	2	7
Somalie	0	2	0	1	3	2	2	2	3	7	0	1
Soudan du Sud	1	5	3	5	15	8	8	9	8	0	1	0
Swaziland	22	10	18	21	26	52	41	33	40	25	18	20
Tanzanie	323	396	428	426	506	541	552	557	666	770	10	15
Tchad	21	25	12	14	18	11	20	13	14	26	1	2
Togo	34	36	38	44	38	50	68	47	55	61	7	9
Zambie	96	116	130	134	130	170	203	204	230	245	11	16
Zimbabwe	173	178	219	217	188	199	227	240	257	310	17	21
États arabes												
Algérie	795	977	1 190	1 339	1 597	1 658	1 758	1 842	2 081	2 302	37	58
Arabie saoudite	1 362	1 450	1 574	1 910	2 273	3 551	5 773	7 226	8 903	10 898	72	371
Bahreïn	93	117	121	114	135	129	130	122	166	155	102	115
Égypte	2 919	3 202	3 608	4 147	4 905	5 529	6 657	6 960	7 613	8 428	55	101
Émirats arabes unis	530	601	621	713	842	888	1 057	1 096	1 277	1 450	105	154
Iraq	89	124	180	195	253	279	352	482	735	841	7	24
Jordanie	641	673	835	989	1 022	1 038	1 009	976	1 099	1 093	167	146
Koweït	526	541	571	659	631	635	637	546	618	604	244	174
Liban	462	555	549	621	640	690	701	810	938	1 009	148	203
Libye	70	90	107	126	125	159	123	141	162	181	21	29
Maroc	990	1 009	1 088	1 214	1 236	1 355	1 474	1 496	1 579	1 574	39	47
Mauritanie	27	20	20	14	19	15	21	23	23	23	4	6
Oman	283	277	323	327	365	383	447	444	505	591	126	151
Palestine	72	68	75	65	62	52	66	70	85	14	17	3
Qatar	109	128	168	217	238	339	407	517	817	1 242	160	548

	Nombre de publications										Publications par million d'habitants	
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2008	2014
République arabe syrienne	168	153	192	218	211	318	340	304	304	229	11	10
Soudan	120	110	147	150	215	282	283	244	274	309	4	8
Tunisie	1 214	1 503	1 749	2 068	2 439	2 607	2 900	2 739	2 866	3 068	199	276
Yémen	41	52	57	64	106	114	164	162	175	202	3	8
Asie centrale												
Kazakhstan	200	210	255	221	269	247	276	330	499	600	14	36
Kirghizistan	46	47	51	54	51	57	65	67	95	82	10	15
Mongolie	67	71	99	126	166	173	145	167	209	203	48	70
Ouzbékistan	296	289	335	306	350	328	363	284	313	323	11	11
Tadjikistan	32	32	45	49	39	51	53	61	67	46	7	5
Turkménistan	5	6	8	3	6	9	12	19	13	24	1	5
Asie du Sud												
Afghanistan	7	10	8	23	19	36	31	39	34	44	1	1
Bangladesh	511	584	669	797	881	995	1 079	1 216	1 302	1 394	5	9
Bhoutan	8	23	5	8	16	27	28	23	35	36	12	47
Inde	24 703	27 785	32 610	37 228	38 967	41 983	45 961	46 106	50 691	53 733	32	42
Maldives	1	2	5	4	5	5	5	8	5	16	13	46
Népal	158	212	218	253	295	349	336	365	457	455	10	16
Pakistan	1 142	1 553	2 534	3 089	3 614	4 522	5 629	5 522	6 392	6 778	18	37
Sri Lanka	283	279	322	430	432	419	461	475	489	599	21	28
Asie du Sud-Est												
Brunéi Darussalam	29	31	37	43	48	49	46	64	79	106	111	250
Cambodge	54	70	92	86	126	139	136	168	191	206	6	13
Chine	66 151	79 740	89 068	102 368	118 749	131 028	153 446	170 189	205 268	256 834	76	184
Chine (Hong Kong, SAR)	7 220	7 592	7 440	7 660	8 141	8 527	9 258	9 133	9 725	852	1 099	117
Chine (Macao, SAR)	63	96	79	121	143	201	226	368	488	46	238	80
Indonésie	554	612	629	709	893	992	1 103	1 222	1 426	1 476	3	6
Japon	76 950	77 083	75 801	76 244	75 606	74 203	75 924	72 769	75 870	73 128	599	576
Malaisie	1 559	1 813	2 225	2 852	4 266	5 777	7 607	7 738	8 925	9 998	104	331
Myanmar	41	41	42	39	43	47	56	52	59	70	1	1
Philippines	486	494	578	663	706	730	873	779	894	913	7	9
République de Corée	25 944	28 202	28 750	33 431	36 659	40 156	43 836	45 765	48 663	50 258	698	1 015
République démocratique populaire lao	36	55	47	58	60	95	114	133	126	129	9	19
République populaire démocratique de Corée	11	10	11	36	29	34	19	37	21	23	1	1
Singapour	6 111	6 493	6 457	7 075	7 669	8 459	9 032	9 430	10 280	10 553	1 459	1 913
Thaïlande	2 503	3 089	3 710	4 335	4 812	5 214	5 790	5 755	6 378	6 343	65	94
Timor-Leste	2	8	3	0	3	3	0	4	6	1	0	1
Viet Nam	570	656	750	943	963	1 207	1 387	1 669	2 105	2 298	11	25
Océanie												
Australie	24 755	27 049	28 649	30 922	33 284	35 228	38 505	39 899	44 926	46 639	1 429	1 974
Fidji	61	67	67	65	62	59	74	83	98	106	77	120
Îles Cook	1	1	3	0	0	2	3	4	6	7	0	446
Îles Marshall	1	5	0	1	6	1	1	5	1	5	19	95
Îles Salomon	6	7	8	4	6	11	17	8	11	17	8	30
Kiribati	0	2	2	0	0	0	1	0	3	5	0	48
Micronésie	4	7	7	3	9	9	3	7	6	12	29	115
Nauru	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	93
Nioué	0	0	1	0	0	0	0	0	0	3	0	2 214
Nouvelle-Zélande	4 942	5 119	5 373	5 681	5 854	6 453	6 811	6 917	7 303	7 375	1 328	1 620
Palaos	7	9	11	4	6	4	7	5	8	12	197	571
Papouasie-Nouvelle-Guinée	44	51	84	78	76	81	100	112	89	110	12	15
Samoa	3	9	1	1	0	0	0	3	1	4	5	21
Tonga	0	4	5	4	2	3	6	2	1	6	39	57
Tuvalu	0	1	0	0	0	0	0	1	1	3	0	264
Vanuatu	12	9	7	9	16	12	21	18	19	19	40	74

Source : Science Citation Index Expanded, plate-forme de recherche Web of Science de Thomson Reuters, compilé par Science-Metrix pour l'UNESCO, mai 2015.

Sources des données contextuelles :
Population : Département des affaires économiques et sociales des Nations Unies, Division de la population, 2013 ; *Perspectives de la population mondiale : révision de 2012.*

Tableau S9 : Publications par domaine scientifique, 2008 et 2014

	Publications par domaine scientifique													
	Total		Sciences agricoles		Astronomie		Biologie		Chimie		Informatique		Sciences de l'ingénieur	
	2008	2014	2008	2014	2008	2014	2008	2014	2008	2014	2008	2014	2008	2014
Amérique du Nord														
Canada	46 829	54 631	1 192	1 347	614	833	10 136	9 723	3 144	3 269	1 109	1 274	4 527	5 346
États-Unis d'Amérique	289 769	321 846	5 165	5 121	4 405	5 068	71 105	65 773	20 000	21 500	5 460	5 909	21 155	23 863
Amérique latine														
Argentine	6 406	7 885	331	407	132	155	1 788	1 906	696	663	49	103	388	540
Belize	8	16	1	0	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0
Bolivie	192	207	11	9	6	0	77	75	8	2	0	0	4	6
Brésil	28 244	37 228	2 508	3 150	207	340	6 024	7 113	2 088	2 695	244	510	1 689	2 478
Chili	3 737	6 224	148	204	370	807	728	918	298	350	68	148	265	396
Colombie	1 967	2 997	128	120	4	12	341	485	160	221	16	38	112	297
Costa Rica	389	474	15	28	1	2	157	171	10	19	2	3	10	12
El Salvador	18	42	0	1	0	0	9	9	0	0	0	0	0	0
Équateur	281	511	10	28	1	1	90	147	3	23	0	7	4	36
Guatemala	63	101	3	4	0	0	23	25	0	1	0	0	1	2
Guyana	17	23	0	0	0	0	4	5	1	2	1	0	0	0
Honduras	30	35	2	2	0	0	6	10	0	0	1	0	0	0
Mexique	8 559	11 147	365	561	214	289	1 984	2 320	718	828	85	243	756	1 051
Nicaragua	55	54	1	2	0	0	11	14	1	0	0	0	0	0
Panama	250	326	2	13	2	1	151	143	3	1	0	1	0	2
Paraguay	34	57	1	2	0	1	15	19	0	1	0	2	0	2
Pérou	499	783	19	32	1	0	150	215	9	13	3	3	14	26
Suriname	7	11	0	0	0	0	3	1	0	0	0	0	0	2
Uruguay	582	824	43	92	3	1	157	232	57	58	8	22	23	26
Venezuela	1 325	788	65	74	12	22	300	175	135	62	13	9	107	61
Caraïbes														
Antigua-et-Barbuda	7	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
Bahamas	12	33	0	0	0	0	5	11	0	0	0	0	0	0
Barbade	50	52	1	0	0	0	15	5	3	7	3	1	0	1
Cuba	804	749	84	31	2	6	195	179	99	46	6	31	62	61
Dominique	2	10	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0
Grenade	72	152	1	4	0	0	25	51	1	1	0	1	0	0
Haïti	20	60	0	1	0	0	3	15	2	0	0	0	1	0
Jamaïque	157	117	6	8	0	0	19	38	8	10	0	0	7	0
République dominicaine	34	49	2	2	0	0	12	15	1	1	0	0	1	2
Saint-Kitts-et-Nevis	3	40	0	1	0	0	0	10	0	0	0	0	0	1
Saint-Vincent-et-les Grenadines	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sainte-Lucie	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Trinité-et-Tobago	142	146	5	12	1	0	27	21	5	12	0	4	9	12
Union européenne														
Allemagne	79 402	91 631	1 450	1 505	1 757	2 466	15 133	15 314	8 698	9 119	1 035	1 404	5 812	6 982
Autriche	10 049	13 108	139	206	171	248	2 009	2 246	771	915	216	329	786	1 015
Belgique	14 467	18 208	413	492	213	418	3 032	3 214	1 225	1 417	272	338	1 103	1 440
Bulgarie	2 266	2 065	84	36	50	46	334	274	379	281	25	28	152	137
Chypre	408	814	4	19	3	4	48	85	40	57	26	27	68	103
Croatie	2 391	2 932	77	117	15	51	367	436	241	232	16	42	237	265
Danemark	9 817	14 820	344	454	103	380	2 445	2 923	577	905	102	186	604	968
Espagne	37 078	49 247	1 703	2 021	712	1 185	7 142	8 203	4 609	4 971	952	1 712	3 335	4 751
Estonie	952	1 567	31	57	20	27	242	355	73	126	15	24	92	122
Finlande	8 814	10 758	207	201	131	224	2 018	1 981	622	739	186	285	683	1 074
France	59 304	65 086	1 093	1 151	1 251	1 690	10 855	10 456	6 242	6 144	1 181	1 622	5 245	5 804
Grèce	9 706	9 427	299	257	82	146	1 361	1 161	726	637	362	402	1 131	956
Hongrie	5 541	6 059	95	116	58	112	1 143	1 119	716	587	79	110	279	330
Irlande	5 161	6 576	293	363	95	119	1 023	1 114	404	476	115	132	380	528
Italie	47 139	57 472	1 095	1 455	1 044	1 414	8 347	8 635	3 850	3 991	950	1 171	3 825	5 280
Lettonie	420	586	9	29	5	4	52	82	49	91	8	11	90	92
Lituanie	1 714	1 827	70	65	23	33	140	157	99	143	63	41	362	288
Luxembourg	327	854	3	15	0	1	85	160	19	51	11	55	42	76
Malte	109	207	0	4	0	3	17	29	0	8	2	4	9	19
Pays-Bas	24 646	31 823	528	656	493	812	5 255	5 634	1 468	1 554	416	461	1 550	1 882
Pologne	18 210	23 498	606	823	254	368	2 707	3 569	2 793	3 244	197	381	2 152	2 281
Portugal	7 448	11 855	256	358	89	166	1 358	2 013	1 073	1 243	145	312	918	1 476
République tchèque	7 783	10 781	253	342	123	159	1 691	2 054	1 142	1 422	163	249	650	923
Roumanie	5 165	6 651	37	72	20	65	194	510	688	703	143	142	517	736
Royaume-Uni	77 116	87 948	1 048	917	1 708	2 360	16 883	16 360	5 556	5 629	1 335	1 732	5 601	6 704
Slovaquie	2 709	3 144	96	90	49	81	475	496	341	353	49	78	280	314
Slovénie	2 795	3 301	64	85	19	28	427	431	305	309	67	101	402	445
Suède	17 270	21 854	264	295	183	333	4 056	4 071	1 206	1 441	205	320	1 314	2 046
Europe du Sud-Est														
Albanie	58	154	3	7	1	0	6	19	0	6	0	1	3	5
Bosnie-Herzégovine	278	323	4	11	0	1	18	43	1	7	1	8	21	34
Macédoine, ex-République yougoslave de	201	330	3	16	0	1	38	59	27	18	2	9	11	35
Monténégro	94	191	2	5	1	2	7	18	0	4	2	1	20	27
Serbie	2 783	4 764	44	186	24	49	324	456	223	346	52	121	314	613

Publications par domaine scientifique																
Géosciences		Mathématiques		Sciences médicales		Autres sciences de la vie		Physique		Psychologie		Sciences sociales		Articles non classés	
2008	2014	2008	2014	2008	2014	2008	2014	2008	2014	2008	2014	2008	2014	2008	2014
4 095	4 579	1 583	1 471	12 819	15 207	548	623	3 675	3 248	642	660	404	522	2 341	6 529
17 704	20 386	8 533	8 498	86 244	92 957	3 858	4 043	25 916	22 591	3 258	3 583	2 414	2 681	14 552	39 873
613	801	203	198	927	1 120	9	10	720	658	35	43	23	50	492	1 231
3	2	0	0	0	5	1	1	0	0	0	0	0	1	2	4
25	33	0	0	31	26	0	0	5	6	1	1	6	2	18	47
1 215	1 977	646	908	6 393	7 683	294	320	2 428	2 542	119	172	97	150	4 292	7 190
417	616	192	259	638	966	21	26	302	546	16	34	8	46	266	908
77	153	49	97	268	436	18	9	225	438	5	15	12	19	552	657
32	43	5	5	57	64	1	1	9	19	0	9	4	3	86	95
4	4	0	0	3	19	1	0	1	0	0	0	0	0	0	9
50	65	2	5	45	67	1	0	51	30	2	1	1	0	21	101
4	2	0	0	24	36	1	0	1	0	0	0	2	1	4	30
0	8	0	0	5	3	0	1	0	0	0	1	0	1	6	2
1	3	0	0	11	11	3	0	1	0	0	0	1	1	4	8
788	892	261	321	1 160	1 383	20	13	1 166	1 177	62	63	39	52	941	1 954
17	9	0	0	13	13	3	0	1	0	0	0	0	0	8	16
36	40	0	0	16	35	1	0	0	2	3	10	2	2	34	76
0	4	0	1	12	11	0	0	0	0	0	0	0	0	6	14
72	90	3	11	152	177	8	0	13	37	2	4	8	12	45	163
1	1	0	0	2	4	0	0	0	1	0	0	0	0	1	2
60	60	17	30	122	139	0	2	42	42	6	8	0	4	44	108
61	38	63	44	167	106	3	1	106	51	2	2	2	3	289	140
0	1	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	11	0	2	2	2	0	0	0	0	1	1	1	1	0	5
4	11	1	1	17	12	1	1	3	2	0	1	0	0	2	10
36	51	19	16	123	137	2	0	79	77	1	0	3	2	93	112
0	1	0	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	1	2
2	12	0	0	40	51	0	1	0	0	0	1	0	1	3	29
1	5	0	0	12	22	0	0	0	0	0	2	0	1	1	14
12	9	4	3	85	28	0	2	0	2	0	0	2	0	14	17
3	4	0	0	9	14	0	0	0	0	0	0	0	0	6	11
0	1	0	0	3	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	16	1	1	45	33	0	0	0	0	1	4	6	3	20	28
4 473	5 738	2 417	2 689	21 459	22 170	150	188	11 867	10 439	600	682	422	667	4 129	12 268
646	865	383	476	3 040	3 553	18	28	1 154	1 251	77	104	70	108	569	1 764
873	1 011	475	429	4 213	5 065	76	93	1 585	1 607	124	168	109	161	754	2 355
96	87	89	89	209	186	3	4	326	293	3	2	2	1	514	601
21	87	42	43	48	122	5	16	67	128	2	7	5	8	29	108
183	207	110	123	432	547	12	28	213	332	2	6	6	10	480	536
805	1 083	168	199	3 177	4 487	44	100	859	908	68	107	69	122	452	1 998
2 609	3 717	1 491	1 673	8 026	9 557	99	219	4 046	3 927	215	381	242	421	1 897	6 509
122	163	26	22	124	182	6	6	127	222	3	16	1	9	70	236
630	816	202	275	2 445	2 376	88	122	972	1 018	84	95	62	112	484	1 440
4 129	5 195	2 817	2 970	13 035	12 800	81	89	8 888	7 997	393	372	298	403	3 796	8 393
659	808	316	315	2 935	2 543	42	37	953	948	30	38	74	71	736	1 108
214	305	355	315	1 130	1 199	12	18	753	840	38	42	17	30	652	936
296	402	156	131	1 387	1 668	91	99	567	597	33	48	36	48	285	851
2 824	3 654	1 767	1 946	13 661	15 724	128	176	6 058	5 559	247	264	254	405	3 089	7 798
15	18	12	10	49	69	0	2	93	77	4	4	0	4	34	93
72	123	86	65	127	200	3	5	248	298	1	3	2	16	418	390
22	64	18	58	76	137	1	2	26	74	2	6	3	6	19	149
18	16	5	9	32	63	5	3	8	8	0	1	0	0	13	40
1 407	1 916	429	399	8 989	11 266	238	290	1 992	1 908	420	465	253	398	1 208	4 182
963	1 538	770	950	2 593	3 528	13	26	3 171	3 119	25	46	29	77	1 937	3 548
775	1 131	310	414	984	1 696	17	52	921	1 133	42	75	43	117	517	1 669
495	744	375	480	1 191	1 390	5	14	1 079	1 435	26	24	64	62	526	1 483
191	349	485	595	374	663	24	32	806	981	3	8	36	60	1 647	1 735
5 095	6 099	1 941	2 132	22 842	24 213	953	1 002	7 806	7 074	1 088	1 066	1 008	1 154	4 252	11 506
148	153	123	113	284	340	1	15	472	607	8	3	16	9	367	492
103	183	139	164	420	460	8	18	396	458	4	20	11	20	430	579
1 195	1 516	374	407	5 319	6 059	296	300	1 724	1 755	136	150	138	178	860	2 983
18	18	1	8	12	33	0	1	1	0	0	0	0	4	13	52
5	12	9	23	45	52	0	1	17	21	1	0	0	0	156	110
13	15	8	13	27	61	0	0	26	21	0	2	0	1	46	79
3	18	2	11	6	14	0	0	16	9	0	1	0	1	35	80
85	188	190	230	426	637	3	10	326	515	3	11	2	13	767	1 389

Tableau S9 : Publications par domaine scientifique, 2008 et 2014

	Publications par domaine scientifique													
	Total		Sciences agricoles		Astronomie		Biologie		Chimie		Informatique		Sciences de l'ingénieur	
	2008	2014	2008	2014	2008	2014	2008	2014	2008	2014	2008	2014	2008	2014
Europe (autres) et Asie de l'Ouest														
Arménie	560	691	0	3	30	23	37	35	66	64	2	3	59	34
Azerbaïdjan	299	425	1	1	5	4	4	16	75	59	2	4	25	28
Bélarus	1 033	1 077	0	6	1	0	69	70	178	143	1	8	161	105
Fédération de Russie	27 418	29 099	190	186	636	747	2 341	2 440	5 671	5 159	143	154	2 171	2 755
Géorgie	338	527	0	6	15	27	32	38	30	19	3	1	12	20
Iran, République islamique d'	11 244	25 588	544	839	23	106	1 154	2 142	1 965	3 603	266	855	1 740	5 474
Israël	10 576	11 196	165	154	152	240	2 162	1 974	751	765	442	413	639	646
Moldova, République de	228	248	3	5	0	0	8	15	89	55	0	4	15	18
Turquie	18 493	23 596	837	718	42	104	1 805	2 035	1 359	1 704	299	501	2 301	2 835
Ukraine	5 020	4 895	11	32	145	158	190	233	823	781	9	12	707	490
Association européenne de libre-échange														
Islande	575	864	14	20	0	16	114	139	18	23	14	20	19	51
Liechtenstein	46	52	0	0	0	0	2	3	8	10	0	0	12	7
Norvège	7 543	10 070	184	210	32	80	1 451	1 676	374	407	127	178	501	757
Suisse	19 131	25 308	325	299	285	493	4 190	4 884	1 676	1 951	350	508	1 326	1 658
Afrique subsaharienne														
Afrique du Sud	5 611	9 309	187	302	110	328	1 745	2 187	394	748	48	47	362	641
Angola	15	45	0	0	0	0	2	9	0	0	0	0	0	3
Bénin	166	270	19	36	0	0	65	71	0	0	0	0	0	1
Botswana	162	210	12	4	0	0	37	55	16	8	2	0	7	4
Burkina Faso	193	272	14	15	0	0	57	64	3	2	0	0	4	12
Burundi	8	18	0	0	0	0	2	2	1	1	0	0	0	0
Cabo Verde	3	25	0	0	0	0	1	3	0	1	0	0	1	1
Cameroun	482	706	47	31	0	2	132	180	30	20	4	3	20	37
Comores	3	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Congo	69	111	4	3	0	0	27	31	2	2	0	0	0	1
Congo, Rép. dém. du	38	114	0	2	0	0	15	29	0	2	0	0	0	2
Côte d'Ivoire	183	208	6	10	0	1	55	60	12	9	0	0	1	3
Djibouti	2	15	0	0	0	0	1	1	1	2	0	0	0	0
Érythrée	15	22	2	2	0	0	3	5	0	2	0	0	0	1
Éthiopie	402	865	56	63	0	3	77	147	3	20	1	0	4	19
Gabon	82	137	0	2	0	0	45	49	0	0	0	0	1	3
Gambie	95	124	1	0	0	0	42	46	0	0	0	0	1	0
Ghana	293	579	31	45	0	0	92	91	6	15	0	3	7	20
Guinée	16	49	0	2	0	0	5	12	1	0	0	0	0	2
Guinée-Bissau	20	37	0	0	0	0	9	14	0	0	0	0	0	0
Guinée équatoriale	2	4	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Kenya	855	1 374	91	85	0	0	351	403	6	9	0	4	8	22
Lesotho	12	16	1	3	0	0	1	2	1	0	1	0	0	3
Libéria	6	11	1	0	0	0	2	5	0	0	0	0	1	1
Madagascar	152	188	6	9	0	0	69	56	3	3	0	0	2	3
Malawi	218	322	8	9	0	0	54	91	0	0	0	0	0	3
Mali	93	141	6	15	0	0	37	36	1	2	0	0	0	4
Maurice	44	89	0	4	0	0	9	30	4	7	0	2	5	2
Mozambique	84	158	3	4	0	0	20	29	1	3	0	0	0	1
Namibie	64	139	0	0	12	10	21	35	0	3	0	0	1	5
Niger	81	108	9	16	0	0	17	22	1	4	0	1	1	0
Nigéria	1 977	1 961	265	144	9	41	271	305	45	102	2	6	87	146
Ouganda	403	757	16	21	0	1	148	216	2	3	0	3	4	11
République centrafricaine	17	32	0	0	0	0	9	7	0	0	0	0	0	0
Rwanda	34	143	1	7	0	0	10	30	0	1	0	1	0	2
Sao Tomé-et-Principe	1	3	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0
Sénégal	228	338	14	18	0	0	59	76	11	11	1	3	7	5
Seychelles	21	34	0	1	0	0	5	11	0	0	0	0	0	0
Sierra Leone	12	45	0	0	0	0	6	5	0	0	0	0	0	0
Somalie	1	7	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
Soudan du Sud	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Swaziland	21	25	3	1	0	0	6	10	2	2	0	0	0	0
Tanzanie	426	770	26	28	0	1	131	172	0	12	0	0	11	22
Tchad	14	26	0	0	0	1	3	5	0	0	0	0	0	0
Togo	44	61	4	5	0	0	10	19	1	2	0	0	4	4
Zambie	134	245	4	10	0	0	46	72	0	1	0	0	1	3
Zimbabwe	217	310	27	35	0	0	64	98	0	2	0	1	3	2
États arabes														
Algérie	1 339	2 302	23	50	4	28	104	168	189	250	42	85	332	596
Arabie saoudite	1 910	10 898	25	152	2	79	208	1 364	176	1 573	39	356	235	1 469
Bahreïn	114	155	2	0	0	1	16	16	3	5	2	6	16	28
Égypte	4 147	8 428	121	254	12	49	579	1 351	874	1 246	75	120	545	1 107
Émirats arabes unis	713	1 450	15	13	1	15	125	173	35	120	35	87	126	367
Iraq	195	841	8	19	0	4	12	57	22	85	0	22	19	171
Jordanie	989	1 093	66	53	2	5	101	117	116	82	36	50	165	129
Koweït	659	604	7	6	1	2	84	77	54	40	19	35	110	99
Liban	621	1 009	9	24	2	3	94	136	37	63	20	35	62	118
Libye	126	181	0	5	0	0	15	21	19	20	1	2	22	28

	Publications par domaine scientifique															
	Géosciences		Mathématiques		Sciences médicales		Autres sciences de la vie		Physique		Psychologie		Sciences sociales		Articles non classés	
	2008	2014	2008	2014	2008	2014	2008	2014	2008	2014	2008	2014	2008	2014	2008	2014
	6	8	44	44	41	28	0	1	250	406	0	2	1	2	24	38
	12	18	36	47	12	9	0	0	99	176	1	0	0	3	27	60
	21	21	52	43	54	46	1	3	317	442	0	1	1	1	177	188
	2 612	3 015	1 524	1 573	1 773	1 352	9	8	7 977	7 941	14	31	21	34	2 336	3 704
	20	26	65	69	17	38	1	3	105	222	1	0	3	2	34	56
	451	1 245	491	1 004	1 596	2 355	34	90	1 106	2 336	12	36	21	59	1 841	5 444
	405	473	635	630	2 697	2 918	47	52	1 540	1 280	122	106	91	76	728	1 469
	3	6	8	9	8	25	0	1	73	63	0	0	0	1	21	46
	1 229	1 341	508	933	6 248	6 852	107	134	1 028	1 648	17	32	79	103	2 634	4 656
	172	205	379	334	144	205	0	4	1 476	1 510	1	1	2	8	961	922
	140	173	18	6	134	191	14	21	38	54	5	9	4	5	43	136
	1	0	0	0	15	13	0	0	5	9	0	0	0	0	3	10
	1 267	1 576	198	270	2 198	2 593	128	162	497	579	82	102	90	129	414	1 351
	1 345	1 830	391	527	5 444	6 603	87	123	2 498	2 736	156	188	120	163	938	3 345
	576	872	202	355	1 073	1 475	60	58	332	625	39	51	87	126	396	1 494
	1	9	0	0	6	9	1	0	0	0	0	1	0	1	5	13
	11	24	3	2	25	47	0	0	11	23	0	0	1	0	31	66
	29	23	5	19	15	42	5	4	7	5	2	1	3	4	22	41
	5	14	1	4	63	67	0	0	3	6	0	0	1	4	42	84
	2	7	0	0	2	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	6
	0	13	0	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2
	40	54	11	26	60	98	1	1	58	56	0	0	4	10	75	188
	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	9	3	1	22	36	0	0	0	1	1	0	0	4	7	23
	2	10	0	0	18	35	1	0	0	0	0	0	0	2	2	32
	17	20	11	5	38	45	0	0	4	1	1	1	0	0	38	53
	0	5	0	0	0	3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	3
	1	4	1	0	3	3	0	0	1	0	0	0	0	1	4	4
	53	98	8	3	105	198	1	3	15	15	0	3	12	23	67	270
	4	11	1	1	21	30	0	0	1	1	2	1	1	0	6	39
	0	1	0	0	29	39	0	0	0	0	0	0	2	3	20	35
	34	56	3	3	64	157	2	7	2	7	0	1	8	20	44	154
	0	1	0	1	4	18	0	0	0	0	0	0	1	1	5	12
	0	1	0	0	9	12	0	0	0	0	0	0	0	0	2	10
	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	42	101	1	3	183	306	6	10	5	11	6	9	27	39	129	372
	2	1	0	1	2	2	0	0	1	0	0	0	0	0	3	4
	0	0	0	0	1	4	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
	9	26	7	1	34	25	0	0	3	0	3	4	1	1	15	60
	9	9	0	1	61	118	4	4	1	2	1	0	6	6	74	79
	4	7	0	0	19	43	0	2	1	0	0	0	0	0	25	32
	6	14	6	1	4	7	2	1	2	4	0	0	0	1	6	16
	16	22	1	1	33	48	0	1	0	1	0	0	4	2	6	46
	20	26	0	3	3	26	1	1	3	3	0	0	0	0	3	27
	16	12	2	2	18	18	0	1	1	1	0	0	0	1	16	30
	112	160	29	34	380	377	8	12	26	52	1	6	11	25	731	551
	18	32	2	3	127	234	8	5	1	2	3	4	9	19	65	203
	2	2	0	0	4	8	0	0	0	0	1	0	0	0	1	15
	5	8	0	1	12	49	0	3	0	2	0	1	0	1	6	37
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	26	28	11	17	56	78	0	2	8	10	0	2	3	6	32	82
	8	8	0	0	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	5	11
	2	0	0	0	2	23	0	1	0	0	1	0	0	3	1	13
	0	0	0	0	0	4	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0
	1	0	0	2	3	2	1	0	0	1	0	0	0	0	5	7
	40	62	0	0	140	237	6	4	2	6	3	5	12	19	55	202
	3	1	0	0	5	6	0	0	0	1	0	0	1	1	2	11
	1	3	2	1	16	6	0	0	1	1	0	1	0	2	5	17
	6	12	0	0	54	83	1	6	2	1	0	2	5	9	15	46
	27	26	2	2	48	57	1	1	3	1	0	1	6	5	36	79
	79	184	120	162	41	71	1	1	262	374	0	0	2	8	140	325
	65	484	149	792	463	1 229	8	22	147	942	0	9	4	26	389	2 401
	7	7	5	4	22	36	1	1	14	19	0	3	1	3	25	26
	212	443	138	222	721	1 453	5	11	456	680	2	3	5	9	402	1 480
	50	74	28	50	165	239	0	9	43	90	0	4	4	9	86	200
	15	68	5	17	50	73	0	1	17	78	0	1	0	3	47	242
	75	71	57	55	145	202	19	56	82	77	1	1	9	7	115	188
	30	33	28	34	130	124	4	3	22	29	1	2	2	5	167	115
	37	62	17	29	247	322	6	13	38	59	0	3	6	8	46	134
	11	16	1	4	13	34	0	0	8	14	0	0	0	0	36	37

Tableau S9 : Publications par domaine scientifique, 2008 et 2014

	Publications par domaine scientifique													
	Total		Sciences agricoles		Astronomie		Biologie		Chimie		Informatique		Sciences de l'ingénieur	
	2008	2014	2008	2014	2008	2014	2008	2014	2008	2014	2008	2014	2008	2014
Maroc	1 214	1 574	37	55	6	3	123	147	158	158	16	28	114	166
Mauritanie	14	23	0	0	0	0	3	4	6	0	0	0	0	1
Oman	327	591	10	15	2	5	38	84	23	59	9	6	53	99
Palestine	65	14	1	0	0	0	9	0	13	1	2	0	6	5
Qatar	217	1 242	0	6	1	14	34	185	11	91	4	54	32	227
République arabe syrienne	218	229	39	18	0	0	52	36	12	15	0	0	20	18
Soudan	150	309	20	18	1	1	40	55	4	28	2	3	6	13
Tunisie	2 068	3 068	91	167	3	10	429	514	194	302	39	95	281	455
Yémen	64	202	0	2	0	2	7	19	7	25	0	3	5	17
Asie centrale														
Kazakhstan	221	600	5	7	4	10	20	44	66	80	1	4	22	78
Kirghizistan	54	82	0	3	0	0	7	13	2	4	0	0	5	1
Mongolie	126	203	1	4	0	1	34	51	7	6	0	0	3	9
Ouzbékistan	306	323	8	8	11	10	28	27	60	49	0	1	22	30
Tadjikistan	49	46	0	1	4	2	5	4	13	6	0	0	3	3
Turkménistan	3	24	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2
Asie du Sud														
Afghanistan	23	44	0	0	0	0	5	4	0	4	0	0	0	0
Bangladesh	797	1 394	40	82	1	19	196	255	65	84	16	27	70	143
Bhoutan	8	36	1	1	0	0	3	10	0	1	0	0	1	0
Inde	37 228	53 733	1 711	1 604	327	590	5 891	7 529	6 628	9 437	492	1 041	4 875	7 827
Maldives	4	16	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0
Népal	253	455	6	19	3	0	55	86	2	15	0	0	5	19
Pakistan	3 089	6 778	143	253	4	74	632	1 120	511	438	32	202	240	645
Sri Lanka	430	599	39	44	0	3	70	90	20	29	2	2	26	29
Asie du Sud-Est														
Brunéi Darussalam	43	106	0	0	0	0	8	18	1	10	1	2	1	13
Cambodge	86	206	4	7	0	0	25	55	3	1	0	0	1	1
Chine	102 368	256 834	1 795	4 510	581	1 298	12 870	30 991	21 536	34 956	1 997	7 759	15 109	41 835
Chine (Hong Kong, SAR)	7 660	852	51	9	21	5	867	75	631	67	524	74	1 360	185
Chine (Macao, SAR)	121	46	2	0	1	1	20	5	5	4	14	7	25	12
Indonésie	709	1 476	37	82	2	2	194	295	56	90	9	15	63	191
Japon	76 244	73 128	1 853	1 438	783	919	14 884	11 792	9 949	8 762	787	882	8 104	6 766
Malaisie	2 852	9 998	120	324	1	7	316	914	582	945	71	391	484	2 231
Myanmar	39	70	3	1	0	0	13	18	1	0	0	0	0	3
Philippines	663	913	99	79	0	0	169	186	24	41	1	3	14	54
République de Corée	33 431	50 258	905	1 289	188	339	4 896	6 519	4 137	5 242	812	1 580	6 663	9 624
République démocratique populaire lao	58	129	6	11	0	0	14	29	1	1	0	0	1	2
République populaire démocratique de Corée	36	23	1	0	1	0	5	2	3	1	2	1	10	0
Singapour	7 075	10 553	33	62	1	3	981	1 482	859	1 332	344	527	1 541	1 752
Thaïlande	4 335	6 343	299	299	10	27	1 023	1 247	499	556	44	77	529	714
Timor-Leste	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Viet Nam	943	2 298	48	70	2	12	170	324	41	174	5	100	71	289
Océanie														
Australie	30 922	46 639	1 054	1 224	500	902	7 070	8 683	1 859	2 527	514	952	2 209	4 077
Fidji	65	106	4	1	0	0	16	14	7	6	2	6	7	17
Îles Cook	0	7	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Îles Marshall	1	5	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Îles Salomon	4	17	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0
Kiribati	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Micronésie	3	12	0	1	0	0	3	4	0	0	0	0	0	0
Nauru	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nioué	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nouvelle-Zélande	5 681	7 375	400	476	21	64	1 547	1 750	299	308	86	101	318	449
Palaos	4	12	1	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	1
Papouasie-Nouvelle-Guinée	78	110	4	1	0	0	46	43	0	2	0	0	0	2
Samoa	1	4	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Tonga	4	6	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Tuvalu	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vanuatu	9	19	3	1	0	0	3	3	0	0	0	0	0	0

Source : Science Citation Index Expanded, plate-forme de recherche Web of Science de Thomson Reuters, compilé par Science-Metrix pour l'UNESCO, mai 2015.

Publications par domaine scientifique																
Géosciences		Mathématiques		Sciences médicales		Autres sciences de la vie		Physique		Psychologie		Sciences sociales		Articles non classés	
2008	2014	2008	2014	2008	2014	2008	2014	2008	2014	2008	2014	2008	2014	2008	2014
133	148	120	121	240	227	1	1	143	287	2	5	3	5	118	223
3	7	1	1	0	5	0	0	0	1	0	0	0	0	1	4
39	67	18	17	50	95	0	7	38	37	0	1	3	0	44	99
2	1	3	0	9	2	0	0	9	3	2	0	0	0	9	2
3	26	9	30	59	222	0	13	33	167	0	0	0	12	31	195
15	24	5	3	31	48	0	1	13	26	0	0	3	1	28	39
4	14	1	2	46	67	0	2	5	9	0	0	0	3	21	94
137	296	131	184	381	292	0	1	175	311	3	4	5	22	199	415
5	14	3	6	9	29	0	0	8	25	0	0	0	1	20	59
21	39	16	54	8	41	0	2	30	122	0	5	1	4	27	110
17	23	1	3	8	6	0	0	9	11	0	0	0	0	5	18
33	37	1	9	14	21	1	0	17	25	0	1	1	4	14	35
6	11	19	41	15	12	0	0	110	105	0	1	1	0	26	28
1	5	4	8	3	2	0	0	9	7	0	0	0	0	7	8
1	3	1	14	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	3
1	1	0	0	11	20	3	1	0	0	0	0	1	1	2	13
87	82	8	20	115	201	3	0	77	107	1	3	13	12	105	359
1	7	0	0	1	8	0	0	0	2	0	0	1	0	0	7
1 759	2 777	886	1 040	4 805	5 442	32	40	4 910	6 338	22	52	77	107	4 813	9 909
3	6	0	0	0	4	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
28	55	1	1	65	106	0	4	2	12	0	0	5	8	81	130
107	282	103	248	322	496	4	8	361	660	1	2	5	37	624	2 313
43	56	2	2	100	109	4	3	13	86	1	2	4	8	106	136
4	12	2	5	9	18	0	0	2	3	0	0	0	1	15	24
16	19	0	0	27	45	0	3	0	1	0	0	1	6	9	68
5 378	14 266	4 649	9 188	8 700	29 295	70	426	18 011	27 681	75	394	185	616	11 412	53 619
506	37	396	49	1 548	161	88	9	1 081	79	44	6	46	9	497	87
8	1	6	2	11	7	6	0	11	1	1	0	2	1	9	5
114	180	14	16	102	164	1	10	39	62	3	13	10	19	65	337
3 644	3 514	1 560	1 565	17 478	17 360	122	120	12 553	9 287	226	208	158	165	4 143	10 350
156	524	52	149	326	849	8	21	181	654	5	18	12	51	538	2 920
4	9	0	0	13	18	0	0	0	2	0	0	1	2	4	17
82	110	10	6	120	140	3	0	30	53	1	4	8	19	102	218
1 065	1 659	863	1 145	5 702	9 359	196	297	5 360	5 231	43	90	60	155	2 541	7 729
2	19	0	1	22	25	0	0	2	0	0	0	0	3	10	38
2	1	0	2	3	3	0	0	4	5	0	0	0	0	5	8
158	354	203	251	1 032	1 518	18	73	1 272	1 210	21	46	33	57	579	1 886
215	278	53	167	853	1 174	42	36	243	377	10	7	24	34	491	1 350
0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
82	195	131	257	120	174	1	5	184	306	1	2	11	9	76	381
2 928	4 215	722	839	8 859	12 218	674	1 006	2 127	2 342	383	589	335	543	1 688	6 522
8	16	3	1	9	15	1	0	0	0	0	0	1	12	7	18
0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
0	3	0	0	3	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
0	3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2
0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
704	896	148	175	1 396	1 661	82	100	268	302	88	97	81	93	243	903
2	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
1	10	0	0	16	26	0	0	0	0	0	0	0	1	11	25
0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
0	2	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	4	0	0	2	6	0	0	0	0	0	0	0	1	0	4

Tableau S10 : Articles scientifiques publiés avec la collaboration d'un ou plusieurs auteurs étrangers, 2008-2014

	Nombre total de publications	Nombre de publications ayant au moins un coauteur étranger	Publications ayant au moins un coauteur étranger (%)	Taux de citation moyen	Part dans les 10 % de publications les plus citées	
	2008–2014	2008–2014	2008–2014	2008–2012	2008–2012	
Amérique du Nord						
Canada	357 500	180 314	50,4	1,25	13,1	
États-Unis d'Amérique	2 151 180	749 287	34,8	1,32	14,7	
Amérique latine						
Argentine	51 685	23 847	46,1	0,93	7,1	
Belize	86	77	89,5	1,20	14,6	
Bolivie	1 309	1 230	94,0	1,40	11,6	
Brésil	232 381	65 925	28,4	0,74	5,8	
Chili	34 624	21 220	61,3	0,96	9,0	
Colombie	18 558	11 308	60,9	0,99	9,0	
Costa Rica	2 821	2 300	81,5	1,15	13,2	
El Salvador	232	219	94,4	1,19	14,4	
Équateur	2 529	2 280	90,2	1,15	12,1	
Guatemala	650	598	92,0	0,95	8,8	
Guyana	121	89	73,6	0,90	3,1	
Honduras	289	282	97,6	0,97	6,1	
Mexique	68 383	30 721	44,9	0,82	6,4	
Nicaragua	400	386	96,5	1,04	12,2	
Panama	2 074	1 932	93,2	1,56	16,6	
Paraguay	372	338	90,9	0,99	8,7	
Pérou	4 339	3 916	90,3	1,29	12,5	
Suriname	81	68	84,0	0,77	7,5	
Uruguay	4 728	3 330	70,4	1,09	9,8	
Venezuela	7 450	4 183	56,1	0,69	5,6	
Caraïbes						
Antigua-et-Barbuda	21	20	95,2	–	–	
Bahamas	132	119	90,2	1,01	6,6	
Barbade	380	297	78,2	0,93	9,8	
Cuba	5 481	3 964	72,3	0,67	5,5	
Dominique	57	53	93,0	–	–	
Grenade	701	654	93,3	0,64	4,4	
Haïti	257	251	97,7	1,62	14,8	
Jamaïque	1 108	557	50,3	0,48	4,0	
République dominicaine	308	292	94,8	0,97	9,6	
Saint-Kitts-et-Nevis	102	92	90,2	1,05	11,3	
Saint-Vincent-et-les Grenadines	12	11	91,7	–	–	
Sainte-Lucie	15	14	93,3	–	–	
Trinité-et-Tobago	1 073	661	61,6	0,61	5,6	
Union européenne						
Allemagne	608 713	320 067	52,6	1,24	13,5	
Autriche	81 174	53 248	65,6	1,30	14,0	
Belgique	115 353	74 806	64,8	1,39	15,3	
Bulgarie	15 476	8 480	54,8	0,91	7,1	
Chypre	4 540	3 453	76,1	1,28	13,5	
Croatie	20 248	8 861	43,8	0,83	7,0	
Danemark	85 311	52 635	61,7	1,50	16,6	
Espagne	309 076	147 698	47,8	1,16	11,8	
Estonie	8 852	5 381	60,8	1,26	13,0	
Finlande	67 217	38 945	57,9	1,27	12,7	
France	438 755	238 170	54,3	1,20	12,7	
Grèce	69 089	31 843	46,1	1,06	10,3	
Hongrie	39 242	22 322	56,9	1,01	9,4	
Irlande	42 916	25 368	59,1	1,34	14,3	
Italie	366 894	168 632	46,0	1,17	12,0	
Lettonie	3 482	1 942	55,8	0,74	6,7	
Lituanie	12 329	4 676	37,9	0,75	5,8	
Luxembourg	4 013	3 330	83,0	1,24	13,3	
Malte	1 003	665	66,3	1,00	11,8	
Pays-Bas	202 703	118 246	58,3	1,48	16,8	
Pologne	144 090	49 019	34,0	0,72	5,7	
Portugal	69 026	37 997	55,0	1,12	11,2	
République tchèque	64 149	32 788	51,1	0,97	8,8	
Roumanie	45 236	17 192	38,0	0,81	7,5	

	Principaux collaborateurs étrangers (2008-2014)				
	1er collaborateur	2e collaborateur	3e collaborateur	4e collaborateur	5e collaborateur
	États-Unis d'Amérique (85 069)	Royaume-Uni (25 879)	Chine (19 522)	Allemagne (19 244)	France (18 956)
	Chine (119 594)	Royaume-Uni (100 537)	Allemagne (94 322)	Canada (85 069)	France (62 636)
	États-Unis d'Amérique (8 000)	Espagne (5 246)	Brésil (4 237)	Allemagne (3 285)	France (3 093)
	États-Unis d'Amérique (60)	Royaume-Uni (20)	Canada (9)	Mexique (8)	Australie (7) ; France (7)
	États-Unis d'Amérique (425)	Brésil (193)	France (192)	Espagne (187)	Royaume-Uni (144)
	États-Unis d'Amérique (24 964)	France (8 938)	Royaume-Uni (8 784)	Allemagne (8 054)	Espagne (7 268)
	États-Unis d'Amérique (7 850)	Espagne (4 475)	Allemagne (3 879)	France (3 562)	Royaume-Uni (3 443)
	États-Unis d'Amérique (4 386)	Espagne (3 220)	Brésil (2 555)	Royaume-Uni (1 943)	France (1 854)
	États-Unis d'Amérique (1 169)	Espagne (365)	Brésil (295)	Mexique (272)	France (260)
	États-Unis d'Amérique (108)	Mexique (45)	Espagne (38)	Guatemala (34) ; Honduras (34)	
	États-Unis d'Amérique (1 070)	Espagne (492)	Brésil (490)	Royaume-Uni (475)	France (468)
	États-Unis d'Amérique (388)	Mexique (116)	Brésil (74)	Royaume-Uni (63)	Costa Rica (54)
	États-Unis d'Amérique (45)	Canada (20)	Royaume-Uni (13)	France (12)	Pays-Bas (8)
	États-Unis d'Amérique (179)	Mexique (58)	Brésil (42)	Argentine (41)	Colombie (40)
	États-Unis d'Amérique (12 873)	Espagne (6 793)	France (3 818)	Royaume-Uni (3 525)	Allemagne (3 345)
	États-Unis d'Amérique (157)	Suède (86)	Mexique (52)	Costa Rica (51)	Espagne (48)
	États-Unis d'Amérique (1 155)	Allemagne (311)	Royaume-Uni (241)	Canada (195)	Brésil (188)
	États-Unis d'Amérique (142)	Brésil (113)	Argentine (88)	Espagne (62)	Uruguay (36) ; Pérou (36)
	États-Unis d'Amérique (2 035)	Brésil (719)	Royaume-Uni (646)	Espagne (593)	France (527)
	Pays-Bas (38)	États-Unis d'Amérique (16)	Canada (8)	Brésil (6)	Allemagne (5) ; France (5) ; Équateur (5)
	États-Unis d'Amérique (854)	Brésil (740)	Argentine (722)	Espagne (630)	France (365)
	États-Unis d'Amérique (1 417)	Espagne (1093)	France (525)	Mexique (519)	Brésil (506)
	États-Unis d'Amérique (11)	Saint-Vincent-et-les Grenadines (4) ; France (4)		Royaume-Uni (3) ; Saint-Kitts-et-Nevis (3) ; Barbade (3)	
	États-Unis d'Amérique (97)	Canada (37)	Royaume-Uni (34)	Allemagne (8)	Australie (6)
	États-Unis d'Amérique (139)	Royaume-Uni (118)	Canada (86)	Allemagne (48)	Belgique (43) ; Japon (43)
	Espagne (1 235)	Mexique (806)	Brésil (771)	États-Unis d'Amérique (412)	Allemagne (392)
	États-Unis d'Amérique (29)	Canada (7)	Royaume-Uni (6) ; Trinité-et-Tobago (6) ; Hongrie (6)		
	États-Unis d'Amérique (532)	Iran, République islamique d' (91)	Royaume-Uni (77)	Pologne (63)	Turquie (46)
	États-Unis d'Amérique (208)	France (38)	Royaume-Uni (18)	Afrique du Sud (14)	Canada (13)
	États-Unis d'Amérique (282)	Royaume-Uni (116)	Canada (77)	Trinité-et-Tobago (43)	Afrique du Sud (28)
	États-Unis d'Amérique (168)	Royaume-Uni (52)	Mexique (49)	Espagne (45)	Brésil (38)
	États-Unis d'Amérique (46)	Canada (17)	Afrique du Sud (12)	Royaume-Uni (10)	Chine (8)
	États-Unis d'Amérique (6)	Barbade (4) ; Antigua-et-Barbuda (4)		Trinité-et-Tobago (3) ; Saint-Kitts-et-Nevis (3)	
	Afrique du Sud (4)	États-Unis d'Amérique (3)	Saint-Kitts-et-Nevis (2) ; Costa Rica (2) ; Antigua-et-Barbuda (2) ; Barbade (2) ; Royaume-Uni (2) ; Canada (2)		
	États-Unis d'Amérique (251)	Royaume-Uni (183)	Canada (95)	Inde (63)	Jamaïque (43)
	États-Unis d'Amérique (94 322)	Royaume-Uni (54 779)	France (42 178)	Suisse (34 164)	Italie (33 279)
	Allemagne (21 483)	États-Unis d'Amérique (13 783)	Royaume-Uni (8 978)	Italie (7 678)	France (7 425)
	États-Unis d'Amérique (18 047)	France (17 743)	Royaume-Uni (15 109)	Allemagne (14 718)	Pays-Bas (14 307)
	Allemagne (2 632)	États-Unis d'Amérique (1 614)	Italie (1 566)	France (1 505)	Royaume-Uni (1 396)
	Grèce (1 426)	États-Unis d'Amérique (1 170)	Royaume-Uni (1 065)	Allemagne (829)	Italie (114)
	Allemagne (2 383)	États-Unis d'Amérique (2 349)	Italie (1 900)	Royaume-Uni (1 771)	France (1 573)
	États-Unis d'Amérique (15 933)	Royaume-Uni (12 176)	Allemagne (11 359)	Suède (8 906)	France (6 978)
	États-Unis d'Amérique (39 380)	Royaume-Uni (28 979)	Allemagne (26 056)	France (25 977)	Italie (24 571)
	Finlande (1 488)	Royaume-Uni (1 390)	Allemagne (1 368)	États-Unis d'Amérique (1 336)	Suède (1 065)
	États-Unis d'Amérique (10 756)	Royaume-Uni (8 507)	Allemagne (8 167)	Suède (7 244)	France (5 109)
	États-Unis d'Amérique (62 636)	Allemagne (42 178)	Royaume-Uni (40 595)	Italie (32 099)	Espagne (25 977)
	États-Unis d'Amérique (10 374)	Royaume-Uni (8 905)	Allemagne (7 438)	Italie (6 184)	France (5 861)
	États-Unis d'Amérique (6 367)	Allemagne (6 099)	Royaume-Uni (4 312)	France (3 740)	Italie (3 588)
	Royaume-Uni (9 735)	États-Unis d'Amérique (7 426)	Allemagne (4 580)	France (3 541)	Italie (2 751)
	États-Unis d'Amérique (53 913)	Royaume-Uni (34 639)	Allemagne (33 279)	France (32 099)	Espagne (24 571)
	Allemagne (500)	États-Unis d'Amérique (301)	Lituanie (298)	Fédération de Russie (292)	Royaume-Uni (289)
	Allemagne (1 214)	États-Unis d'Amérique (1 065)	Royaume-Uni (982)	France (950)	Pologne (927)
	France (969)	Allemagne (870)	Belgique (495)	Royaume-Uni (488)	États-Unis d'Amérique (470)
	Royaume-Uni (318)	Italie (197)	France (126)	Allemagne (120)	États-Unis d'Amérique (109)
	États-Unis d'Amérique (36 295)	Allemagne (29 922)	Royaume-Uni (29 606)	France (17 549)	Italie (15 190)
	États-Unis d'Amérique (13 207)	Allemagne (12 591)	Royaume-Uni (8 872)	France (8 795)	Italie (6 944)
	Espagne (10 019)	États-Unis d'Amérique (8 107)	Royaume-Uni (7 524)	France (6 054)	Allemagne (5 798)
	Allemagne (8 265)	États-Unis d'Amérique (7 908)	France (5 884)	Royaume-Uni (5 775)	Italie (4 456)
	France (4 424)	Allemagne (3 876)	États-Unis d'Amérique (3 533)	Italie (3 268)	Royaume-Uni (2 530)

Tableau S10 : Articles scientifiques publiés avec la collaboration d'un ou plusieurs auteurs étrangers, 2008-2014

	Nombre total de publications	Nombre de publications ayant au moins un coauteur étranger	Publications ayant au moins un coauteur étranger (%)	Taux de citation moyen	Part dans les 10 % de publications les plus citées	
	2008–2014	2008–2014	2008–2014	2008–2012	2008–2012	
Royaume-Uni	582 678	325 807	55,9	1,36	15,1	
Slovaquie	19 974	11 493	57,5	0,83	7,0	
Slovénie	21 836	10 979	50,3	1,04	9,4	
Suède	136 603	84 276	61,7	1,34	14,1	
Europe du Sud-Est						
Albanie	782	471	60,2	0,56	4,0	
Bosnie-Herzégovine	2 304	1 397	60,6	0,73	6,4	
Macédoine, ex-République yougoslave de	1 795	1 198	66,7	0,80	6,7	
Monténégro	995	731	73,5	0,71	5,8	
Serbie	28 782	10 635	37,0	0,89	7,5	
Europe (autres) et Asie de l'Ouest						
Arménie	4 472	2 688	60,1	1,03	9,2	
Azerbaïdjan	3 013	1 598	53,0	0,73	5,6	
Bélarus	7 318	4 274	58,4	0,79	6,6	
Fédération de Russie	194 364	64 190	33,0	0,52	3,8	
Géorgie	3 174	2 283	71,9	1,29	10,7	
Iran, République islamique d'	137 557	29 366	21,3	0,81	7,4	
Israël	75 268	37 142	49,3	1,19	11,9	
Moldova, République de	1 691	1 204	71,2	0,77	7,9	
Turquie	152 333	28 643	18,8	0,71	5,8	
Ukraine	33 154	15 761	47,5	0,59	4,4	
Association européenne de libre-échange						
Islande	5 207	4 029	77,4	1,71	18,3	
Liechtenstein	333	302	90,7	1,12	12,3	
Norvège	62 947	38 581	61,3	1,29	13,4	
Suisse	157 286	108 371	68,9	1,56	18,0	
Afrique subsaharienne						
Afrique du Sud	52 166	29 473	56,5	1,04	9,8	
Angola	225	217	96,4	0,67	6,3	
Bénin	1 506	1 320	87,6	0,82	6,8	
Botswana	1 121	894	79,8	1,14	7,6	
Burkina Faso	1 704	1 557	91,4	0,96	8,0	
Burundi	107	103	96,3	0,70	10,2	
Cabo Verde	85	85	100,0	1,45	18,4	
Cameroun	4 030	3 257	80,8	0,71	4,9	
Comores	18	18	100,0	–	–	
Congo	608	555	91,3	0,90	8,2	
Congo, Rép. dém. du	675	628	93,0	1,00	10,3	
Côte d'Ivoire	1 445	1 056	73,1	0,71	7,2	
Djibouti	51	45	88,2	–	–	
Érythrée	100	92	92,0	0,71	10,6	
Éthiopie	4 323	3 069	71,0	0,82	6,3	
Gabon	717	679	94,7	0,98	9,0	
Gambie	687	655	95,3	1,24	15,4	
Ghana	3 076	2 401	78,1	1,08	8,8	
Guinée	198	193	97,5	0,96	7,6	
Guinée-Bissau	172	172	100,0	1,09	14,9	
Guinée équatoriale	27	27	100,0	–	–	
Kenya	7 727	6 705	86,8	1,19	11,3	
Lesotho	135	123	91,1	0,72	6,7	
Libéria	56	56	100,0	–	–	
Madagascar	1 234	1 136	92,1	0,89	8,8	
Malawi	1 855	1 672	90,1	1,38	13,1	
Mali	933	891	95,5	1,17	12,0	
Maurice	488	337	69,1	0,73	5,9	
Mozambique	865	834	96,4	1,86	12,6	
Namibie	646	583	90,2	0,93	10,0	
Niger	598	560	93,6	0,93	9,3	
Nigéria	13 780	5 109	37,1	0,60	4,1	
Ouganda	4 193	3 686	87,9	1,33	12,9	
République centrafricaine	176	166	94,3	0,84	8,7	
Rwanda	590	562	95,3	1,05	9,0	
Sao Tomé-et-Principe	11	11	100,0	–	–	
Sénégal	2 135	1 841	86,2	0,85	8,1	
Seychelles	198	190	96,0	0,99	8,1	

	Principaux collaborateurs étrangers (2008-2014)				
	1er collaborateur	2e collaborateur	3e collaborateur	4e collaborateur	5e collaborateur
	États-Unis d'Amérique (100 537)	Allemagne (54 779)	France (40 595)	Italie (34 639)	Pays-Bas (29 606)
	République tchèque (3 732)	Allemagne (2 719)	États-Unis d'Amérique (2 249)	Royaume-Uni (1 750)	France (1 744)
	États-Unis d'Amérique (2 479)	Allemagne (2 315)	Italie (2 195)	Royaume-Uni (1 889)	France (1 666)
	États-Unis d'Amérique (24 023)	Royaume-Uni (17 928)	Allemagne (16 731)	France (10 561)	Italie (9 371)
	Italie (144)	Allemagne (68)	Grèce (61)	France (52)	Serbie (46)
	Serbie (555)	Croatie (383)	Slovénie (182)	Allemagne (165)	États-Unis d'Amérique (141)
	Serbie (243)	Allemagne (215)	États-Unis d'Amérique (204)	Bulgarie (178)	Italie (151)
	Serbie (411)	Italie (92)	Allemagne (91)	France (86)	Fédération de Russie (81)
	Allemagne (2 240)	États-Unis d'Amérique (2 149)	Italie (1 892)	Royaume-Uni (1 825)	France (1 518)
	États-Unis d'Amérique (1 346)	Allemagne (1 333)	France (1 247) ; Fédération de Russie (1 247)		Italie (1 191)
	Turquie (866)	Fédération de Russie (573)	États-Unis d'Amérique (476)	Allemagne (459)	Royaume-Uni (413)
	Fédération de Russie (2 059)	Allemagne (1 419)	Pologne (1 204)	États-Unis d'Amérique (1 064)	France (985)
	Allemagne (17 797)	États-Unis d'Amérique (17 189)	France (10 475)	Royaume-Uni (8 575)	Italie (6 888)
	États-Unis d'Amérique (1 153)	Allemagne (1 046)	Fédération de Russie (956)	Royaume-Uni (924)	Italie (909)
	États-Unis d'Amérique (6 377)	Canada (3 433)	Royaume-Uni (3 318)	Allemagne (2 761)	Malaisie (2 402)
	États-Unis d'Amérique (19 506)	Allemagne (7 219)	Royaume-Uni (4 895)	France (4 422)	Italie (4 082)
	Allemagne (276)	États-Unis d'Amérique (235)	Fédération de Russie (214)	Roumanie (197)	France (153)
	États-Unis d'Amérique (10 591)	Allemagne (4 580)	Royaume-Uni (4 036)	Italie (3 314)	France (3 009)
	Fédération de Russie (3 943)	Allemagne (3 882)	États-Unis d'Amérique (3 546)	Pologne (3 072)	France (2 451)
	États-Unis d'Amérique (1 514)	Royaume-Uni (1 095)	Suède (1 078)	Danemark (750)	Allemagne (703)
	Autriche (121)	Allemagne (107)	Suisse (100)	États-Unis d'Amérique (68)	France (19)
	États-Unis d'Amérique (10 774)	Royaume-Uni (8 854)	Suède (7 540)	Allemagne (7 034)	France (5 418)
	Allemagne (34 164)	États-Unis d'Amérique (33 638)	Royaume-Uni (20 732)	France (19 832)	Italie (15 618)
	États-Unis d'Amérique (9 920)	Royaume-Uni (7 160)	Allemagne (4 089)	Australie (3 448)	France (3 445)
	Portugal (73)	États-Unis d'Amérique (34)	Brésil (32)	Royaume-Uni (31)	Espagne (26) ; France (26)
	France (529)	Belgique (206)	États-Unis d'Amérique (155)	Royaume-Uni (133)	Pays-Bas (125)
	États-Unis d'Amérique (367)	Afrique du Sud (241)	Royaume-Uni (139)	Canada (58)	Allemagne (51)
	France (676)	États-Unis d'Amérique (261)	Royaume-Uni (254)	Belgique (198)	Allemagne (156)
	Belgique (38)	Chine (22)	États-Unis d'Amérique (18)	Kenya (16)	Royaume-Uni (13)
	Portugal (42)	Espagne (23)	Royaume-Uni (15)	États-Unis d'Amérique (11)	Allemagne (8)
	France (1153)	États-Unis d'Amérique (528)	Allemagne (429)	Afrique du Sud (340)	Royaume-Uni (339)
	France (7)	Royaume-Uni (4)	Maroc (3) ; Madagascar (3)		États-Unis d'Amérique (2) ;
	France (191)	États-Unis d'Amérique (152)	Belgique (132)	Royaume-Uni (75)	Suisse (68)
	Belgique (286)	États-Unis d'Amérique (189)	France (125)	Royaume-Uni (77)	Suisse (65)
	France (610)	États-Unis d'Amérique (183)	Suisse (162)	Royaume-Uni (109)	Burkina Faso (93)
	France (31)	États-Unis d'Amérique (6) ; Royaume-Uni (6)		Canada (5)	Espagne (4)
	États-Unis d'Amérique (24)	Inde (20)	Italie (18)	Pays-Bas (13)	Royaume-Uni (11)
	États-Unis d'Amérique (776)	Royaume-Uni (538)	Allemagne (314)	Inde (306)	Belgique (280)
	France (334)	Allemagne (231)	États-Unis d'Amérique (142)	Royaume-Uni (113)	Pays-Bas (98)
	Royaume-Uni (473)	États-Unis d'Amérique (216)	Belgique (92)	Pays-Bas (69)	Kenya (67)
	États-Unis d'Amérique (830)	Royaume-Uni (636)	Allemagne (291)	Afrique du Sud (260)	Pays-Bas (256)
	France (71)	Royaume-Uni (38)	États-Unis d'Amérique (31)	Chine (27)	Sénégal (26)
	Danemark (112)	Suède (50)	Gambie (40) ; Royaume-Uni (40)	–	États-Unis d'Amérique (24)
	États-Unis d'Amérique (13)	Espagne (11)	Royaume-Uni (10)	Cameroun (4) ; Afrique du Sud (4)	
	États-Unis d'Amérique (2 856)	Royaume-Uni (1 821)	Afrique du Sud (750)	Allemagne (665)	Pays-Bas (540)
	Afrique du Sud (56)	États-Unis d'Amérique (34)	Royaume-Uni (13)	Suisse (10)	Australie (8)
	États-Unis d'Amérique (36)	Royaume-Uni (12)	France (11)	Ghana (6)	Canada (5)
	France (530)	États-Unis d'Amérique (401)	Royaume-Uni (180)	Allemagne (143)	Afrique du Sud (78)
	États-Unis d'Amérique (739)	Royaume-Uni (731)	Afrique du Sud (314)	Pays-Bas (129) ; Kenya (129)	
	États-Unis d'Amérique (358)	France (281)	Royaume-Uni (155)	Burkina Faso (120)	Sénégal (97)
	Royaume-Uni (101)	États-Unis d'Amérique (80)	France (44)	Inde (43)	Afrique du Sud (40)
	États-Unis d'Amérique (239)	Espagne (193)	Afrique du Sud (155)	Royaume-Uni (138)	Portugal (113)
	Afrique du Sud (304)	États-Unis d'Amérique (184)	Allemagne (177)	Royaume-Uni (161)	Australie (115)
	France (238)	États-Unis d'Amérique (145)	Nigéria (82)	Royaume-Uni (77)	Sénégal (71)
	États-Unis d'Amérique (1 309)	Afrique du Sud (953)	Royaume-Uni (914)	Allemagne (434)	Chine (329)
	États-Unis d'Amérique (1 709)	Royaume-Uni (1031)	Kenya (477)	Afrique du Sud (409)	Suède (311)
	France (103)	États-Unis d'Amérique (32)	Cameroun (30)	Gabon (29)	Sénégal (23)
	États-Unis d'Amérique (244)	Belgique (107)	Pays-Bas (86)	Kenya (83)	Royaume-Uni (82)
	Portugal (5) ; Royaume-Uni (5)		États-Unis d'Amérique (4)	Danemark (2) ; Angola (2)	
	France (1 009)	États-Unis d'Amérique (403)	Royaume-Uni (186)	Burkina Faso (154)	Belgique (139)
	Royaume-Uni (69)	États-Unis d'Amérique (64)	Suisse (52)	France (41)	Australie (31)

Tableau S10 : Articles scientifiques publiés avec la collaboration d'un ou plusieurs auteurs étrangers, 2008-2014

	Nombre total de publications	Nombre de publications ayant au moins un coauteur étranger	Publications ayant au moins un coauteur étranger (%)	Taux de citation moyen	Part dans les 10 % de publications les plus citées	
	2008–2014	2008–2014	2008–2014	2008–2012	2008–2012	
Sierra Leone	178	171	96,1	0,85	9,1	
Somalie	20	20	100,0	–	–	
Soudan du Sud	53	52	98,1	–	–	
Swaziland	238	205	86,1	0,91	9,7	
Tanzanie	4 018	3 588	89,3	1,17	13,0	
Tchad	116	110	94,8	0,72	5,1	
Togo	363	302	83,2	0,52	2,8	
Zambie	1 316	1 263	96,0	1,25	12,6	
Zimbabwe	1 638	1 356	82,8	1,21	11,9	
États arabes						
Algérie	12 577	7 432	59,1	0,68	5,2	
Arabie saoudite	40 534	29 271	72,2	1,09	10,8	
Bahreïn	951	648	68,1	0,53	3,8	
Égypte	44 239	22 568	51,0	0,77	6,5	
Émirats arabes unis	7 323	5 272	72,0	0,85	7,7	
Iraq	3 137	1 915	61,0	0,55	3,7	
Jordanie	7 226	3 747	51,9	0,80	5,9	
Koweït	4 330	2 115	48,8	0,73	6,1	
Liban	5 409	3 583	66,2	0,85	7,9	
Libye	1 017	810	79,6	0,65	4,7	
Maroc	9 928	6 235	62,8	0,69	5,9	
Mauritanie	138	133	96,4	0,87	7,5	
Oman	3 062	2 137	69,8	0,76	6,3	
Palestine	414	232	56,0	0,54	3,8	
Qatar	3 777	3 279	86,8	1,07	11,5	
République arabe syrienne	1 924	1 193	62,0	0,81	6,2	
Soudan	1 757	1 325	75,4	0,97	5,9	
Tunisie	18 687	9 813	52,5	0,66	4,5	
Yémen	987	841	85,2	0,78	7,7	
Asie centrale						
Kazakhstan	2 442	1 496	61,3	0,51	4,5	
Kirghizistan	471	373	79,2	0,67	6,2	
Mongolie	1 189	1 134	95,4	0,73	6,2	
Ouzbékistan	2 267	1 373	60,6	0,48	3,0	
Tadjikistan	366	250	68,3	0,39	2,9	
Turkménistan	86	76	88,4	0,77	7,4	
Asie du Sud						
Afghanistan	226	218	96,5	0,74	9,7	
Bangladesh	7 664	5 445	71,0	0,79	6,8	
Bhoutan	173	157	90,8	0,76	7,6	
Inde	314 669	67 146	21,3	0,76	6,4	
Maldives	48	47	97,9	–	–	
Népal	2 510	1 919	76,5	1,02	8,3	
Pakistan	35 546	15 034	42,3	0,81	7,2	
Sri Lanka	3 305	2 175	65,8	0,96	6,0	
Asie du Sud-Est						
Brunéi Darussalam	435	315	72,4	0,85	6,6	
Cambodge	1 052	999	95,0	1,39	14,3	
Chine	1 137 882	277 145	24,4	0,98	10,0	
Chine (Hong Kong, SAR)	53 296	34 611	64,9	1,34	14,9	
Chine (Macao, SAR)	1 593	1 264	79,3	1,24	12,4	
Indonésie	7 821	6 712	85,8	0,96	8,4	
Japon	523 744	142 163	27,1	0,88	7,8	
Malaisie	47 163	21 895	46,4	0,83	8,4	
Myanmar	366	343	93,7	0,69	6,4	
Philippines	5 558	3 864	69,5	1,15	12,1	
République de Corée	298 768	82 513	27,6	0,89	7,9	
République démocratique populaire lao	715	695	97,2	1,02	10,0	
République populaire démocratique de Corée	199	175	87,9	0,65	3,1	
Singapour	62 498	35 697	57,1	1,47	16,4	
Thaïlande	38 627	19 058	49,3	0,95	8,2	
Timor-Leste	17	16	94,1	–	–	
Viet Nam	10 572	8 089	76,5	0,86	8,1	

Principaux collaborateurs étrangers (2008-2014)				
1er collaborateur	2e collaborateur	3e collaborateur	4e collaborateur	5e collaborateur
États-Unis d'Amérique (87)	Royaume-Uni (41)	Nigéria (20)	Chine (16) ; Allemagne (16)	
Kenya (9)	Égypte (8)	Royaume-Uni (6)	États-Unis d'Amérique (5)	Suisse (3)
États-Unis d'Amérique (33)	Royaume-Uni (22)	Ouganda (16)	Kenya (8) ; Soudan (8)	
Afrique du Sud (104)	États-Unis d'Amérique (59)	Royaume-Uni (45)	Tanzanie (12) ; Suisse (12)	
États-Unis d'Amérique (1 212)	Royaume-Uni (1 129)	Kenya (398)	Suisse (359)	Afrique du Sud (350)
France (66)	Suisse (28)	Cameroun (20)	États-Unis d'Amérique (14) ; Royaume-Uni (14)	
France (146)	Bénin (57)	États-Unis d'Amérique (50)	Burkina Faso (47)	Côte d'Ivoire (31)
États-Unis d'Amérique (673)	Royaume-Uni (326)	Afrique du Sud (243)	Suisse (101)	Kenya (100)
Afrique du Sud (526)	États-Unis d'Amérique (395)	Royaume-Uni (371)	Pays-Bas (132)	Ouganda (124)
France (4 883)	Arabie saoudite (524)	Espagne (440)	États-Unis d'Amérique (383)	Italie (347)
Égypte (7 803)	États-Unis d'Amérique (5 794)	Royaume-Uni (2 568)	Chine (2 469)	Inde (2 455)
Arabie saoudite (137)	Égypte (101)	Royaume-Uni (93)	États-Unis d'Amérique (89)	Tunisie (75)
Arabie saoudite (7 803)	États-Unis d'Amérique (4 725)	Allemagne (2 762)	Royaume-Uni (2 162)	Japon (1 755)
États-Unis d'Amérique (1505)	Royaume-Uni (697)	Canada (641)	Allemagne (389)	Égypte (370)
Malaisie (595)	Royaume-Uni (281)	États-Unis d'Amérique (279)	Chine (133)	Allemagne (128)
États-Unis d'Amérique (1 153)	Allemagne (586)	Arabie saoudite (490)	Royaume-Uni (450)	Canada (259)
États-Unis d'Amérique (566)	Égypte (332)	Royaume-Uni (271)	Canada (198)	Arabie saoudite (185)
États-Unis d'Amérique (1 307)	France (1 277)	Italie (412)	Royaume-Uni (337)	Canada (336)
Royaume-Uni (184)	Égypte (166)	Inde (99)	Malaisie (79)	France (78)
France (3 465)	Espagne (1 338)	États-Unis d'Amérique (833)	Italie (777)	Allemagne (752)
France (62)	Sénégal (40)	États-Unis d'Amérique (18)	Espagne (16)	Tunisie (15)
États-Unis d'Amérique (333)	Royaume-Uni (326)	Inde (309)	Allemagne (212)	Malaisie (200)
Égypte (50)	Allemagne (48)	États-Unis d'Amérique (35)	Malaisie (26)	Royaume-Uni (23)
États-Unis d'Amérique (1 168)	Royaume-Uni (586)	Chine (457)	France (397)	Allemagne (373)
France (193)	Royaume-Uni (179)	Allemagne (175)	États-Unis d'Amérique (170)	Italie (92)
Arabie saoudite (213)	Allemagne (193)	Royaume-Uni (191)	États-Unis d'Amérique (185)	Malaisie (146)
France (5 951)	Espagne (833)	Italie (727)	Arabie saoudite (600)	États-Unis d'Amérique (544)
Malaisie (255)	Égypte (183)	Arabie saoudite (158)	États-Unis d'Amérique (106)	Allemagne (72)
Fédération de Russie (565)	États-Unis d'Amérique (329)	Allemagne (240)	Royaume-Uni (182)	Japon (150)
Fédération de Russie (99)	Turquie (74) ; Allemagne (74)		États-Unis d'Amérique (56)	Kazakhstan (43)
Japon (301)	États-Unis d'Amérique (247)	Fédération de Russie (242)	Allemagne (165)	République de Corée (142)
Fédération de Russie (326)	Allemagne (258)	États-Unis d'Amérique (198)	Italie (131)	Espagne (101)
Pakistan (68)	Fédération de Russie (58)	États-Unis d'Amérique (46)	Allemagne (26)	Royaume-Uni (20)
Turquie (50)	Fédération de Russie (11)	États-Unis d'Amérique (6) ; Italie (6)		Allemagne (4) ; Chine (4)
États-Unis d'Amérique (97)	Royaume-Uni (52)	Pakistan (29)	Japon (26) ; Égypte (26)	
États-Unis d'Amérique (1 394)	Japon (1 218)	Royaume-Uni (676)	Malaisie (626)	République de Corée (468)
États-Unis d'Amérique (44)	Australie (40)	Thaïlande (37)	Japon (26)	Inde (18)
États-Unis d'Amérique (21 684)	Allemagne (8 540)	Royaume-Uni (7 847)	République de Corée (6 477)	France (5 859)
Inde (14)	Italie (11)	États-Unis d'Amérique (8)	Australie (6)	Royaume-Uni (5) ; Suède (5) ; Japon (5)
États-Unis d'Amérique (486)	Inde (411)	Royaume-Uni (272)	Japon (256)	République de Corée (181)
États-Unis d'Amérique (3 074)	Chine (2 463)	Royaume-Uni (2 460)	Arabie saoudite (1 887)	Allemagne (1 684)
Royaume-Uni (548)	États-Unis d'Amérique (516)	Australie (458)	Inde (332)	Japon (285)
Malaisie (68)	Royaume-Uni (47)	États-Unis d'Amérique (46)	Australie (44)	Singapour (42)
États-Unis d'Amérique (307)	Thaïlande (233)	France (230)	Royaume-Uni (188)	Japon (136)
États-Unis d'Amérique (119 594)	Japon (26 053)	Royaume-Uni (25 151)	Chine (Hong Kong, SAR) (22 561)	Australie (21 058)
Chine (22 561)	États-Unis d'Amérique (7 396)	Australie (2 768)	Royaume-Uni (2 675)	Canada (1 679)
Chine (809)	Chine (Hong Kong, SAR) (412)	États-Unis d'Amérique (195)	Royaume-Uni (51)	Portugal (40)
Japon (1 848)	États-Unis d'Amérique (1 147)	Australie (1 098)	Malaisie (950)	Pays-Bas (801)
États-Unis d'Amérique (50 506)	Chine (26 053)	Allemagne (15 943)	Royaume-Uni (14 796)	République de Corée (12 108)
Royaume-Uni (3 076)	Inde (2 611)	Australie (2 425)	Iran, République islamique d' (2 402)	États-Unis d'Amérique (2 308)
Japon (102)	Thaïlande (91)	États-Unis d'Amérique (75)	Australie (46)	Royaume-Uni (43)
États-Unis d'Amérique (1 298)	Japon (909)	Australie (538)	Chine (500)	Royaume-Uni (410)
États-Unis d'Amérique (42 004)	Japon (12 108)	Chine (11 993)	Inde (6 477)	Allemagne (6 341)
Thaïlande (191)	Royaume-Uni (161)	États-Unis d'Amérique (136)	France (125)	Australie (117)
Chine (85)	République de Corée (41)	Allemagne (32)	États-Unis d'Amérique (12)	Australie (9)
Chine (11 179)	États-Unis d'Amérique (10 680)	Australie (4 166)	Royaume-Uni (4 055)	Japon (2 098)
États-Unis d'Amérique (6 329)	Japon (4 108)	Royaume-Uni (2 749)	Australie (2 072)	Chine (1 668)
Australie (8)	Japon (3) ; Portugal (3) ; République tchèque (3)			Chine (2) ; États-Unis d'Amérique (2)
États-Unis d'Amérique (1 401)	Japon (1 384)	République de Corée (1 289)	France (1126)	Royaume-Uni (906)

Tableau S10 : Articles scientifiques publiés avec la collaboration d'un ou plusieurs auteurs étrangers, 2008-2014

	Nombre total de publications	Nombre de publications ayant au moins un coauteur étranger	Publications ayant au moins un coauteur étranger (%)	Taux de citation moyen	Part dans les 10 % de publications les plus citées	
	2008–2014	2008–2014	2008–2014	2008–2012	2008–2012	
Océanie						
Australie	269 403	138 976	51,6	1,31	14,1	
Fidji	547	453	82,8	0,93	7,9	
Îles Cook	22	22	100,0	–	–	
Îles Marshall	20	17	85,0	–	–	
Îles Salomon	74	73	98,6	1,00	13,6	
Kiribati	9	9	100,0	–	–	
Micronésie	49	38	77,6	–	–	
Nauru	2	2	100,0	–	–	
Nioué	3	3	100,0	–	–	
Nouvelle-Zélande	46 394	27 305	58,9	1,22	12,0	
Palaos	46	40	87,0	–	–	
Papouasie-Nouvelle-Guinée	646	583	90,2	0,88	9,0	
Samoa	9	8	88,9	–	–	
Tonga	24	24	100,0	–	–	
Tuvalu	5	5	100,0	–	–	
Vanuatu	114	108	94,7	0,81	3,3	

Source : Science Citation Index Expanded, plate-forme de recherche Web of Science de Thomson Reuters, compilé par Science-Metrix pour l'UNESCO, mai 2015.

LÉGENDE APPLICABLE À TOUS LES TABLEAUX :

– : données non disponibles
–n/+n : les données correspondent à un nombre *n* d'années avant ou après l'année de référence
0 : chiffre nul ou négligeable
a : non applicable
b : surestimé ou basé sur des données surestimées
c : autres catégories comprises
d : entreprises commerciales comprises
e : enseignement supérieur compris
f : secteur privé à but non lucratif compris
g : y compris ailleurs
h : à l'exclusion des entreprises commerciales
i : à l'exclusion du gouvernement
j : à l'exclusion de l'enseignement supérieur
k : gouvernement uniquement
l : enseignement supérieur uniquement
m : compris dans l'entreprise
n : compris dans le gouvernement
o : à l'exclusion de la plupart ou de l'ensemble des dépenses en capital
p : à l'exclusion de la défense (entièrement ou principalement)
q : données sous-estimées ou partielles
r : estimation
s : interruption dans la série par rapport à l'année antérieure pour laquelle des données sont fournies
t : la somme des données ventilées ne s'ajoute pas au total
u : basé sur le budget de R&D
v : données provisoires

NOTE MÉTHODOLOGIQUE

Données bibliographiques

Les données relatives aux publications ont été compilées par Science-Metrix pour l'UNESCO à partir de la plate-forme de recherche Web of Science de Thomson Reuters, Science Citation Index Expanded, à compter de mai 2015.

Données économiques

Les données relatives aux indicateurs économiques, tels que le produit intérieur brut (PIB) et la parité de pouvoir d'achat (PPA), sont calculées à partir des données économiques de la Banque mondiale publiées en avril 2015 : http://data.worldbank.org/products/wdi (voir note sur la date limite.)

Notons que, depuis 2014, l'Institut de statistique de l'UNESCO utilise des données relatives aux dépenses publiques générales (tous secteurs confondus) issues de la base de données des *Perspectives de l'économie mondiale* du Fonds monétaire international comme dénominateur de son indicateur intitulé « Part des dépenses en faveur de l'éducation dans le total des dépenses publiques ». Pour de plus amples informations concernant le changement de méthodologie, voir www.uis.unesco.org/education.

	Principaux collaborateurs étrangers (2008-2014)				
	1er collaborateur	2e collaborateur	3e collaborateur	4e collaborateur	5e collaborateur
	États-Unis d'Amérique (43 225)	Royaume-Uni (29 324)	Chine (21 058)	Allemagne (15 493)	Canada (12 964)
	Australie (229)	États-Unis d'Amérique (110)	Nouvelle-Zélande (94)	Royaume-Uni (81)	Inde (66)
	États-Unis d'Amérique (17)	Australie (11) ; Nouvelle-Zélande (11)		France (4)	Brésil (3) ; Japon (3)
	États-Unis d'Amérique (11)	Micronésie (6)	Fidji (5) ; Australie (5)		Nouvelle-Zélande (3) ; Palaos (3) ; Papouasie-Nouvelle-Guinée (3)
	Australie (48)	États-Unis d'Amérique (15)	Vanuatu (10)	Royaume-Uni (9)	Fidji (8)
	Australie (7)	Nouvelle-Zélande (6)	États-Unis d'Amérique (5) ; Fidji (5)		Papouasie-Nouvelle-Guinée (4)
	États-Unis d'Amérique (26)	Australie (9)	Fidji (8)	Îles Marshall (6)	Nouvelle-Zélande (5) ; Palaos (5)
	Australie (2)	Îles Salomon (1) ; Îles Cook (1) ; Micronésie (1) ; Vanuatu (1) ; France (1) ; Nioué (1) ; Kiribati (1) ; Tonga (1) ; Palaos (1) ; Islande (1) ; Îles Marshall (1) ; Tuvalu (1) ; États-Unis d'Amérique (1) ; Nouvelle-Zélande (1) ; Fidji (1) ; Papouasie-Nouvelle-Guinée (1)			
	Australie (3) ; Micronésie (3)		France (2) ; Îles Salomon (2) ; Îles Cook (2) ; Papouasie-Nouvelle-Guinée (2) ; Fidji (2) ; Palaos (2) ; Vanuatu (2) ; Tonga (2) ; Kiribati (2) ; Tuvalu (2) ; Nouvelle-Zélande (2) ; États-Unis d'Amérique (2) ; Islande (2) ; Îles Marshall (2)		
	États-Unis d'Amérique (8 853)	Australie (7 861)	Royaume-Uni (6 385)	Allemagne (3 021)	Canada (2 500)
	États-Unis d'Amérique (27)	Australie (20)	Japon (5) ; Micronésie (5)		Papouasie-Nouvelle-Guinée (3) ; Fidji (3) ; Îles Marshall (3) ; Philippines (3)
	Australie (375)	États-Unis d'Amérique (197)	Royaume-Uni (103)	Espagne (91)	Suisse (70)
	États-Unis d'Amérique (5)	Australie (4)	Japon (1) ; Équateur (1) ; Espagne (1) ; Nouvelle-Zélande (1) ; Îles Cook (1) ; Costa Rica (1) ; France (1) ; Chili (1) ; Chine (1) ; Fidji (1)		
	Australie (17)	Fidji (13)	Nouvelle-Zélande (11)	États-Unis d'Amérique (9)	France (3)
	États-Unis d'Amérique (3) ; Japon (3) ; Australie (3)			Îles Salomon (2) ; Tonga (2) ; Îles Cook (2) ; Islande (2) ; Nouvelle-Zélande (2) ; Kiribati (2) ; Palaos (2) ; Micronésie (2) ; Fidji (2) ; Îles Marshall (2) ; Papouasie-Nouvelle-Guinée (2) ; France (2) ; Nioué (2) ; Vanuatu (2)	
	France (49)	Australie (45)	États-Unis d'Amérique (24)	Îles Salomon (10) ; Japon (10) ; Nouvelle-Zélande (10)	

Données relatives à l'éducation

L'Institut de statistique de l'UNESCO compile les statistiques relatives à l'éducation issues de sources administratives officielles à l'échelle nationale sous forme agrégée. Elles comprennent des données sur les programmes, l'accès, la participation, les progrès, l'achèvement, l'efficacité interne et les ressources humaines et financières en matière d'éducation. Ces données sont collectées annuellement par l'Institut de statistique de l'UNESCO et ses partenaires par le biais des deux grandes enquêtes suivantes : les questionnaires portant sur l'éducation conduits par l'Institut de statistique de l'UNESCO, et la collecte de données relatives à l'éducation effectuée par l'UNESCO, l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) et Eurostat. Ces questionnaires peuvent être téléchargés depuis l'adresse suivante www.uis.unesco.org/UISQuestionnaires.

Données relatives à l'innovation

Tous les deux ans, l'Institut de statistique de l'UNESCO procède à une collecte de données relatives à l'innovation au sein du secteur manufacturier. Il obtient par ailleurs des données directement auprès d'Eurostat et de l'Initiative africaine sur les indicateurs de la science, de la technologie et de l'innovation (ASTII) de l'Union africaine et de l'Agence de planification et de coordination du NEPAD pour les pays participant aux collectes de données de ces organismes. À de rares exceptions près, les données relatives à l'innovation renvoient à une période de référence de trois ans variant d'un pays à l'autre. Les données collectées figurent dans la base de données internationale de l'Institut à l'adresse suivante http://data.uis.unesco.org.

Données démographiques

Les données démographiques sont issues de la révision de 2012 des *Perspectives de la population mondiale* de la Division de la population des Nations Unies.

Données relatives à la recherche et au développement expérimental (R&D)

L'Institut de statistique de l'UNESCO collecte des données sur les ressources consacrées à la recherche et au développement expérimental par le biais de son enquête sur les statistiques de R&D. En outre, il obtient des données directement auprès de l'OCDE, d'Eurostat, du Réseau des indicateurs de la science et de la technologie ibéro-américain et interaméricain (RICYT) et de l'Initiative africaine sur les indicateurs de la science, de la technologie et de l'innovation (ASTII) de l'Union africaine et de l'Agence de planification et de coordination du NEPAD pour les pays participant aux collectes de données de ces organismes.

Les données obtenues auprès de l'OCDE sont issues de la base de données Statistiques de la recherche et développement de l'OCDE publiée en avril 2015. Les données obtenues auprès d'Eurostat à partir d'avril 2015 sont issues de la base de données Science et technologie. Les données obtenues auprès du RICYT datent d'avril 2015. Les données obtenues auprès de l'ASTII sont issues des *Perspectives de l'innovation africaine II* (2014) et des *Perspectives de l'innovation africaine I* (2010). Les données collectées sont disponibles à l'adresse suivante http://data.uis.unesco.org.

Date limite pour les données figurant à l'annexe statistique et dans les chapitres

Les données économiques et de R&D présentées dans les chapitres consacrés aux pays et aux régions ne correspondent pas toujours à celles de l'annexe statistique ou du chapitre 1. Cela s'explique par le fait que les données économiques sous-jacentes utilisées pour calculer des indicateurs de R&D sont basées sur les données économiques publiées par la Banque mondiale en avril 2015, alors que, dans les autres chapitres, elles reposaient sur des données économiques publiées par ce même organisme à une date antérieure.

NOTE TECHNIQUE

Données bibliographiques

Nombre de documents : Il s'agit du nombre de publications scientifiques spécialisées (articles, études et notes uniquement) indexées dans la plate-forme de recherche Web of Science de Thomson Reuters. Les publications sont attribuées aux pays en fonction de l'adresse figurant dessus. La double comptabilisation est évitée aux échelons national et régional. Par exemple, un document corédigé par deux chercheurs italiens et un auteur français est comptabilisé seulement une fois en France et une fois en Italie mais également une fois pour l'Europe et une fois pour le monde.

Nombre de collaborations internationales : Il s'agit du nombre de publications impliquant des auteurs d'au moins deux pays différents. Aux fins de la mesure de la collaboration internationale, les territoires ont été considérés comme faisant partie de leurs pays respectifs. Ainsi, une collaboration entre la Guadeloupe et la France n'est pas considérée comme une copublication internationale.

Moyenne des citations relatives : Il s'agit d'un indicateur de l'impact scientifique des documents produits par une entité donnée (par exemple, le monde, un pays, une institution) par rapport à la moyenne mondiale (le nombre attendu de citations).

Classification des publications par domaine : Une classification de la Fondation nationale pour la science des États-Unis englobant les 14 domaines scientifiques suivants a été utilisée pour préparer les statistiques au niveau des domaines scientifiques : sciences agricoles, astronomie, biologie, chimie, informatique, sciences de l'ingénieur, géosciences, mathématiques, sciences médicales, autres sciences de la vie, physique, psychologie, sciences sociales et domaines non classés.

Données relatives à l'éducation

Les données sur les étudiants en mobilité internationale collectées par l'Institut de statistique de l'UNESCO, l'OCDE et Eurostat englobent les étudiants poursuivant des études en vue de l'obtention d'un diplôme de l'enseignement supérieur et excluent donc les étudiants participant à des programmes d'échange. Les données relatives aux étudiants en mobilité internationale fouffrnies par les pays d'accueil sont utilisées par l'Institut de statistique de l'UNESCO pour évaluer le nombre d'étudiants d'un pays donné inscrits dans un établissement de l'enseignement supérieur à l'étranger. Tous les pays d'accueil ne précisent pas le pays d'origine des étudiants étrangers qu'ils reçoivent. Le nombre d'étudiants inscrits dans un établissement de l'enseignement supérieur d'un pays donné peut donc être sous-estimé.

Données relatives à l'innovation

Les définitions et classifications utilisées pour collecter des données relatives à l'innovation et produire des indicateurs dans ce domaine proviennent de la troisième édition du *Manuel d'Oslo : Principes directeurs pour le recueil et l'interprétation des données sur l'innovation,* publiée par l'OCDE et Eurostat en 2005. Les définitions principales concernant les données relatives à l'innovation figurent dans le glossaire du présent rapport.

Données relatives à la R&D

Les définitions et classifications utilisées pour collecter les données relatives à la R&D sont fondées sur le *Manuel de Frascati : Méthode type proposée pour les enquêtes sur la recherche et le développement expérimental* (OCDE). Quelques-unes des définitions liées aux données relatives à la R&D figurent dans le glossaire du présent rapport.

Deux types d'indicateurs de R&D sont généralement compilés : les données portant sur le personnel de R&D mesurent le nombre de chercheurs, techniciens et membres équivalents directement impliqués dans la R&D, ainsi que d'autres membres du personnel auxiliaire ; les données portant sur les dépenses de R&D mesurent le coût total des activités de R&D concernées, y compris le soutien indirect.

Les moyennes régionales pour les dépenses et les chercheurs de R&D figurant au chapitre 1 sont obtenues à partir des nombres attribués pour les données manquantes sur la base de calculs réalisés par l'Institut de statistique de l'UNESCO.

Données relatives aux brevets

Nombre de brevets délivrés : Il s'agit du nombre de brevets délivrés recensés dans la base de données PATSTAT pour l'Office des brevets et des marques des États-Unis d'Amérique. Les brevets sont accordés aux pays en fonction du pays mentionné par les inventeurs sur les demandes. La double comptabilisation est évitée aux échelons national et régional. Par exemple, une demande de brevet soumise par deux inventeurs italiens et un inventeur français est comptabilisée une fois seulement pour la France et une fois pour l'Italie mais également une fois pour l'Europe et une fois pour le monde.

RAPPORT DE L'UNESCO SUR LA SCIENCE

Vers 2030

Il existe aujourd'hui moins de raisons que par le passé de déplorer une fracture Nord-Sud dans la recherche et l'innovation. Voici une des principales conclusions du *Rapport de l'UNESCO sur la science : vers 2030*. De nombreux pays incluent désormais la science, la technologie et l'innovation dans leurs objectifs de développement. Ils souhaitent ainsi engager la transition vers une économie moins dépendante des ressources naturelles et davantage tournée vers le savoir. La part du lion de la recherche et développement (R&D) revient aux pays à revenu élevé, mais l'innovation sous une forme ou une autre est désormais présente dans l'ensemble des pays, quel que soit leur niveau de revenu. C'est ce qui ressort de la première étude menée dans 65 pays auprès des entreprises du secteur manufacturier par l'Institut de statistique de l'UNESCO, étude dont la synthèse figure dans le *Rapport*.

Dans de nombreux pays à moyen ou faible revenu, le développement durable est devenu une partie intégrante des plans nationaux de développement pour les 10 à 20 ans à venir. Dans les pays à revenu élevé, un ferme engagement dans le développement durable est souvent associé à la volonté de maintenir leur compétitivité sur des marchés mondiaux qui sont de plus en plus tournés vers la croissance verte. Désormais, la recherche d'énergies propres et d'une plus grande efficacité énergétique fait partie des priorités de nombreux pays.

L'intérêt croissant pour les systèmes de savoirs locaux et autochtones est une autre tendance qu'on retrouve surtout en Afrique subsaharienne et en Amérique latine.

L'égalité des genres reste un défi pour l'avenir. Bien que de nombreux pays aient atteint la parité hommes-femmes dans l'enseignement supérieur, à l'échelle mondiale, les femmes restent minoritaires dans la recherche.

Écrit par plus de 50 experts couvrant leur région ou leur pays d'origine, le *Rapport de l'UNESCO sur la science : vers 2030* est une mine d'information, avec une couverture par pays plus riche que jamais. En dressant un état des lieux des tendances et évolutions observées dans la politique et la gouvernance dans le domaine de la science, la technologie et l'innovation entre 2009 et 2015, ce rapport fournit des données de référence essentielles quant aux préoccupations et priorités des pays qui sont susceptibles d'orienter la mise en œuvre du Programme de développement durable à l'horizon 2030 et piloter son évaluation dans les années à venir.

Organisation des Nations Unies pour l'éducation, la science et la culture

Éditions UNESCO

Version française réalisée avec le concours du Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche de la République de Djibouti

9 789232 001061