

RAPPORT DE L'UNESCO SUR LA SCIENCE 2010

État des lieux de la science
dans le monde

Résumé exécutif



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

Éditions
UNESCO



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

Éditions
UNESCO



Ce livret a été imprimé au Kenya
en 2012 par le Réseau d'études des
politiques africaines de technologie (ATPS)



Tous les cinq ans, le *Rapport de l'UNESCO sur la science* présente un état des lieux de la science dans le monde. Cette dernière édition donne une vision d'ensemble des principales évolutions et tendances de la recherche scientifique, de l'innovation et de l'enseignement supérieur dans le monde depuis la parution du *Rapport de l'UNESCO sur la science 2005*. Comme ses éditions précédentes, le *Rapport de l'UNESCO sur la science 2010* a été écrit par un groupe d'experts indépendants, chacun couvrant son pays ou sa région d'origine. De nombreuses statistiques ont été fournies par l'Institut de statistique de l'UNESCO.



Le *Rapport de l'UNESCO sur la science 2010* a été produit par une équipe relevant de la Division des politiques scientifiques et du développement durable de l'UNESCO : Directrice de la Publication : Lidia Brito, Rédactrice en chef : Susan Schneegans, Assistante administrative : Sarah Colautti

Ce livret est tiré de deux chapitres du *Rapport de l'UNESCO sur la science 2010*. Le premier présente une vue d'ensemble, alors que le deuxième est axé sur l'Afrique subsaharienne spécifiquement.



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.

Création graphique : Baseline Arts Ltd, Oxford, Royaume-Uni
Graphisme de la couverture : Pica Publishing, Londres, Royaume-Uni

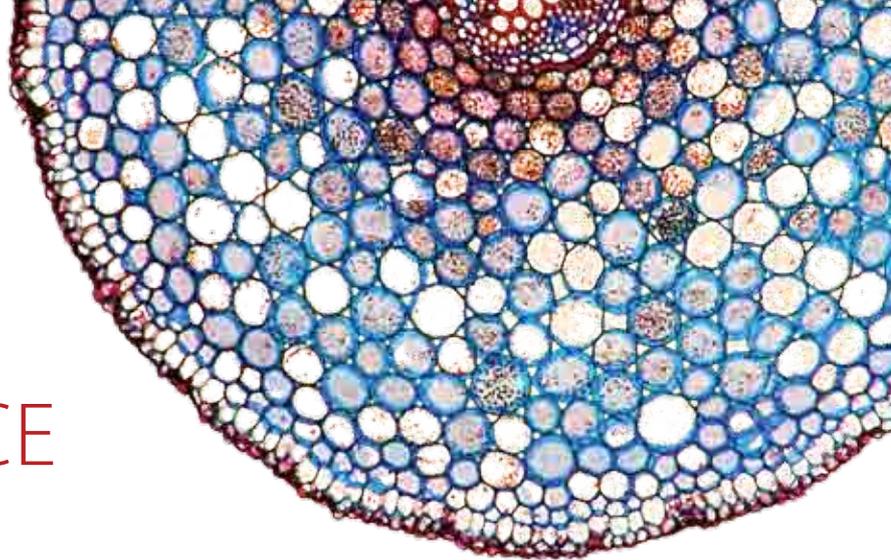


Le *Rapport de l'UNESCO sur la science 2010* existe en anglais et en chinois et peut être consulté à l'adresse : www.unesco.org/science/psd

Le rapport complet est disponible sur commande aux Éditions de l'UNESCO :
www.unesco.org/publishing
publishing.promotion@unesco.org

© UNESCO 2012
Tous droits réservés

RAPPORT DE L'UNESCO SUR LA SCIENCE 2010



Ce livret contient le chapitre introductif (Chapitre 1) et le chapitre sur l'Afrique subsaharienne (Chapitre 14) du *Rapport de l'UNESCO sur la science 2010*. Ce livret a été financé par l'ATPS, qui a également traduit en français le chapitre sur l'Afrique subsaharienne.

TABLE DES MATIÈRES

Avant-propos	<i>Irina Bokova, Directrice générale de l'UNESCO</i>	Chapitre 12 Asie centrale	<i>Ashiraf Mukhammadiev</i>
Chapitre 1 Le rôle croissant du savoir dans l'économie mondiale	<i>Hugo Hollanders et Luc Soete</i>	Chapitre 13 États arabes	<i>Adnan Badran et Moneef R. Zou 'bi</i>
Chapitre 2 États-Unis d'Amérique	<i>J. Thomas Ratchford et William A. Blanpied</i>	Chapitre 14 Afrique subsaharienne	<i>Kevin Urama, Nicholas Ozor, Ousmane Kane et Mohamed Hassan</i>
Chapitre 3 Canada	<i>Paul Dufour</i>	Chapitre 15 Asie du Sud	<i>Tanveer Naim</i>
Chapitre 4 Amérique latine	<i>Mario Albornoz, Mariano Matos Macedo et Claudio Alfaraz</i>	Chapitre 16 Iran	<i>Kioomars Ashtarian</i>
Chapitre 5 Brésil	<i>Carlos Henrique de Brito Cruz et Hernan Chaimovich</i>	Chapitre 17 Inde	<i>Sunil Mani</i>
Chapitre 6 Cuba	<i>Ismael Clark Arxer</i>	Chapitre 18 Chine	<i>Mu Rongping</i>
Chapitre 7 Pays du CARICOM	<i>Harold Ramkissoon et Ishenkumba Kahwa</i>	Chapitre 19 Japon	<i>Yasushi Sato</i>
Chapitre 8 Union européenne	<i>Peter Tindemans</i>	Chapitre 20 République de Corée	<i>Jang-Jae Lee</i>
Chapitre 9 Europe du Sud-Est	<i>Slavo Radosevic</i>	Chapitre 21 Asie du Sud-Est et Océanie	<i>Tim Turpin, Richard Woolley, Patarapong Intarakumnerd et Wasantha Amaradasa</i>
Chapitre 10 Turquie	<i>Sirin Elci</i>	Annexes	
Chapitre 11 Fédération de Russie	<i>Leonid Gokhberg et Tatiana Kuznetsova</i>	Annexes statistiques	

A night view of Earth from space, showing city lights and aurora borealis. The Earth's surface is illuminated by city lights, and the aurora borealis is visible in the upper atmosphere. The background is a dark blue space filled with stars.

Les politiques scientifiques et technologiques doivent être un mélange de réalisme et d'idéalisme.

Chris Freeman (1921–2010)

Créateur du concept de « système national d'innovation »

1· Le rôle croissant du savoir dans l'économie mondiale

Hugo Hollanders et Luc Soete

VUE D'ENSEMBLE

Le Rapport de l'UNESCO sur la science 2010 reprend la situation au point où l'a laissée sa précédente édition il y a cinq ans. Ce premier chapitre se propose de donner un aperçu des évolutions qui se sont produites dans le monde au cours des cinq dernières années, en accordant une attention particulière aux éléments « nouveaux », « moins connus », ou « imprévus » que révèlent les informations et chapitres qui suivent.

Nous commencerons par un examen rapide de l'état du système dans lequel s'inscrit la science au cours de la période s'étendant de 1996 à 2007, marquée par une croissance économique mondiale d'une rapidité sans précédent. Cette « poussée de croissance », due aux nouvelles technologies numériques et à l'émergence d'un certain nombre de grands pays sur la scène mondiale, a connu un coup d'arrêt soudain et relativement brutal avec la récession économique mondiale déclenchée au troisième trimestre 2008 par la crise des « subprimes » dans l'immobilier aux États-Unis. Quel a été l'impact de cette récession économique mondiale sur les investissements dans le savoir ? Avant de tenter de répondre à cette question, examinons de plus près quelques-unes des grandes tendances qui ont marqué la dernière décennie.

Premièrement, l'accès facile et à bas coût aux nouvelles technologies numériques telles que la large bande, l'Internet et le téléphone portable a accéléré la diffusion des technologies fondées sur les meilleures pratiques, révolutionné l'organisation interne et externe de la recherche et facilité l'installation à l'étranger des centres de recherche et développement (R&D) des entreprises (David et Foray, 2002). Mais la diffusion des technologies numériques de l'information et de la communication (TIC) n'a pas suffi à elle seule à modifier les équilibres et à améliorer la transparence et l'égalité des chances¹. Avec l'augmentation du nombre de leurs membres et leur développement continu, des cadres institutionnels mondiaux comme l'Organisation mondiale du commerce (OMC), qui régit les flux internationaux des connaissances dans le domaine du commerce, de l'investissement et des droits de propriété intellectuelle, ont également accéléré l'accès au savoir critique. La Chine, par exemple, n'est devenue membre de l'OMC qu'en décembre 2001. Le jeu est désormais largement ouvert à toutes sortes de transfert de technologies intégrées au capital et à l'organisation, comprenant également les investissements directs étrangers (IDE), les licences et d'autres formes de diffusion formelle et informelle du savoir.

1. Cela ne signifie pas que tous les protagonistes ont les mêmes chances de succès, mais plutôt qu'un nombre plus grand de protagonistes adopte les mêmes règles du jeu.

Deuxièmement, les pays ont rattrapé rapidement leur retard, tant en termes de croissance économique que de investissement dans la connaissance, tel que l'investissement dans l'enseignement supérieur et la R&D. En témoigne l'augmentation rapide du nombre de diplômés en sciences et en ingénierie. L'Inde a par exemple pris le parti de créer trente nouvelles universités pour augmenter ses effectifs étudiants à 21 millions en 2012 alors qu'ils atteignaient à peine les 15 millions en 2007. De grands pays émergents en développement comme l'Afrique du Sud, le Brésil, la Chine, l'Inde et le Mexique dépensent également davantage en R&D qu'auparavant. On observe la même tendance dans des économies en transition comme la Fédération de Russie et quelques autres pays d'Europe centrale et orientale, qui retrouvent progressivement les niveaux d'investissement de l'Union soviétique d'alors. Dans certains cas, l'augmentation de la dépense intérieure brute en R&D (DIRD) est davantage le fait d'une forte croissance économique que le reflet d'un dynamisme accru en R&D. Au Brésil et en Inde, par exemple, le ratio DIRD/PIB est resté stable, alors qu'en Chine il a augmenté de 50 % depuis 2002 pour atteindre 1,54 % (2008). De même, si le ratio DIRD/PIB a diminué dans certains pays africains, ce n'est pas le signe d'une baisse d'engagement dans la R&D, mais seulement le reflet d'une accélération de la croissance économique liée à l'extraction du pétrole (en Angola, Guinée équatoriale, Nigéria, etc.) et à d'autres secteurs importants non tributaires de la R&D. Bien que chaque pays ait ses propres priorités, l'envie de rattraper rapidement le retard est irrésistible, ce qui tire la croissance économique mondiale à son plus haut niveau historique.

Troisièmement, l'impact de la récession mondiale sur le monde après 2008 ne se retrouve pas encore dans les données de R&D, même s'il est évident que la récession a remis en question pour la première fois les modèles traditionnels de croissance et de commerce Nord-Sud fondés sur la technologie (Krugman, 1970 ; Soete, 1981 ; Dosi *et al.*, 1990). Il semble de plus en plus que la récession économique mondiale ébranle la domination scientifique et technologique (S&T) de l'Occident. Alors que l'Europe et les États-Unis peinent à se dégager de l'emprise de la récession, les entreprises des économies émergentes telles que l'Afrique du Sud, le Brésil, la Chine et l'Inde connaissent une croissance intérieure soutenue et montent sur la chaîne des valeurs. Après avoir accueilli des activités manufacturières délocalisées, ces économies émergentes sont à présent passées au développement autonome de technologies de processus, au développement de produits, à la conception, et à la recherche appliquée. La Chine, l'Inde et quelques autres pays asiatiques, ainsi que certains pays arabes du Golfe, ont associé en très peu de temps une politique publique pointue dans le domaine technologique et une action résolue – et

Vue de la Terre la nuit, faisant apparaître les grands pôles démographiques.

Photo : © Evirgen/iStockphoto

RAPPORT DE L'UNESCO SUR LA SCIENCE 2010

fructueuse – pour poursuivre l'amélioration de la recherche universitaire. Dans cette perspective, ils ont combiné intelligemment mesures d'incitation financières ou autres, et réformes institutionnelles. Bien que ces informations ne soient pas faciles à trouver, on sait qu'un nombre important de grands universitaires d'Amérique, d'Australie et d'Europe se sont vu offrir au cours des cinq dernières années des postes et des budgets de recherche conséquents par des universités en plein essor de pays d'Asie orientale.

Bref, la croissance à fort contenu en connaissances n'est plus l'apanage des nations très développées de l'Organisation pour la coopération et le développement économiques (OCDE) et pas davantage celui des politiques nationales. La création de la valeur dépend de plus en plus d'une meilleure utilisation du savoir, indépendamment du niveau de développement, ainsi que de la forme et de l'origine de ce savoir : un pays développe de nouvelles technologies de processus et de produits ou réutilise des connaissances produites ailleurs en les combinant différemment. Cela vaut pour la fabrication, l'agriculture et les services dans les secteurs public et privé. Il est au demeurant frappant de constater que dans le même temps l'inégale répartition de la recherche et de l'innovation au niveau mondial persiste – voire augmente. On ne compare plus ici les pays, mais les régions d'un même pays. Il semble que les investissements en R&D se concentrent sur un nombre assez limité de sites dans un pays donné². Au Brésil, par exemple, la DIRD est dépensée à 40 % dans la région de São Paulo. La proportion atteint 51 % pour la province de Gauteng en Afrique du Sud.

DONNÉES ET CHIFFRES AVANT LA RÉCESSION

Les tendances économiques : une poussée de croissance sans précédent

Historiquement, la croissance économique mondiale a été sans précédent dans les années entourant le changement de millénaire. Entre 1996 et 2007, le PIB mondial réel par habitant a connu une croissance annuelle moyenne de 1,88 %³. À l'échelle des continents, la croissance la plus importante par habitant a été relevée en Asie orientale et dans le Pacifique (5,85 %), en Europe et en Asie centrale (4,87 %) et en Asie du

2. Pour une analyse plus détaillée de la spécialisation régionale au sein des pays, voir le *Rapport sur le savoir dans le monde* (à paraître), publié par UNU-MERIT.

3. Les taux de croissance indiqués ici représentent l'augmentation annuelle moyenne du PIB par habitant de 1996 à 2007 en dollars constants de l'an 2000 d'après les données de la Banque mondiale.

Tableau 1: Principaux indicateurs du PIB, de la population et de la DIRD dans le monde en 2002 et 2007

	PIB (en milliards de dollars PPA)	
	2002	2007
Monde	46 272,6	66 293,7
Pays développés	29 341,1	38 557,1
Pays en développement	16 364,4	26 810,1
Pays les moins avancés	567,1	926,4
Amériques	15 156,8	20 730,9
Amérique du Nord	11 415,7	15 090,4
Amérique latine et Caraïbes	3 741,2	5 640,5
Europe	14 403,4	19 194,9
Union européenne	11 703,6	14 905,7
Communauté d'États indépendants (Europe)	1 544,8	2 546,8
Europe centrale et orientale et autres pays européens	1 155,0	1 742,4
Afrique	1 674,0	2 552,6
Afrique du Sud	323,8	467,8
Autres pays subsahariens (à l'exception de l'Afrique du Sud)	639,6	1 023,1
États arabes d'Afrique	710,6	1 061,7
Asie	14 345,3	22 878,9
Japon	3 417,2	4 297,5
Chine	3 663,5	7 103,4
Israël	154,6	192,4
Inde	1 756,4	3 099,8
Communauté d'États indépendants (Asie)	204,7	396,4
Pays nouvellement industrialisés d'Asie	2 769,9	4 063,1
États arabes d'Asie	847,3	1 325,1
Autres pays d'Asie (à l'exception du Japon, de la Chine, d'Israël et de l'Inde)	1 531,5	2 401,1
Océanie	693,1	936,4
Autres groupes		
États arabes, ensemble	1 557,9	2 386,8
Communauté d'États indépendants, ensemble	1 749,5	2 943,2
OCDE	29 771,3	39 019,4
Association européenne de libre-échange	424,5	580,5
Afrique subsaharienne (Afrique du Sud comprise)	963,4	1 490,9
Pays (sélection)		
Argentine	298,1	523,4
Brésil	1 322,5	1 842,9
Canada	937,8	1 270,1
Cuba	–	–
Égypte	273,7	404,1
France	1 711,2	2 071,8
Allemagne	2 275,4	2 846,9
Iran (République islamique d')	503,7	778,8
Mexique	956,3	1 493,2
République de Corée	936,0	1 287,7
Fédération de Russie	1 278,9	2 095,3
Turquie	572,1	938,7
Royaume-Uni	1 713,7	2 134,0
États-Unis d'Amérique	10 417,6	13 741,6

Note : La somme de la DIRD pour certaines régions ne correspond pas au total en raison des changements d'année de référence. En outre, dans de nombreux pays en développement, les données ne couvrent pas tous les secteurs de l'économie. En conséquence, les données présentées ici pour les pays en développement peuvent être considérées comme la borne inférieure de leurs véritables efforts en matière de recherche et développement.

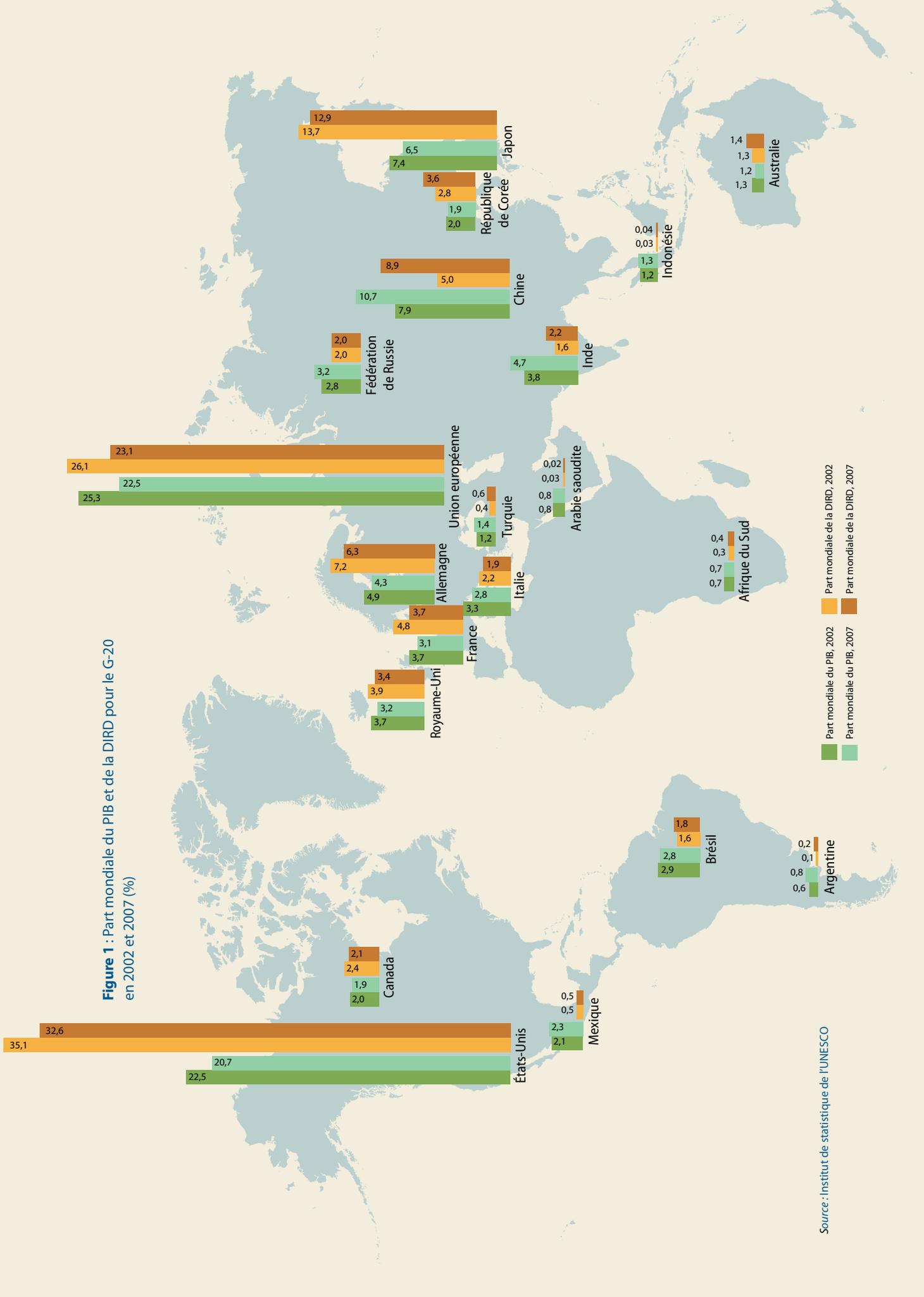
Le rôle croissant du savoir dans l'économie mondiale

% du PIB mondial		Population (en millions d'habitants)		% de la population mondiale		DIRD (en milliards de dollars PPA)		% de la DIRD mondiale		DIRD en % du PIB		DIRD par habitant (en dollars PPA)	
2002	2007	2002	2007	2002	2007	2002	2007	2002	2007	2002	2007	2002	2007
100,0	100,0	6 274,3	6 670,8	100,0	100,0	790,3	1 145,7	100,0	100,0	1,7	1,7	126,0	171,7
63,4	58,2	1 203,4	1 225,0	19,2	18,4	653,0	873,2	82,6	76,2	2,2	2,3	542,7	712,8
35,4	40,4	4 360,5	4 647,3	69,5	69,7	136,2	271,0	17,2	23,7	0,8	1,0	31,2	58,3
1,2	1,4	710,4	798,5	11,3	12,0	1,1	1,5	0,1	0,1	0,2	0,2	1,5	1,9
32,8	31,3	861,2	911,4	13,7	13,7	319,9	433,9	40,5	37,9	2,1	2,1	371,4	476,1
24,7	22,8	325,3	341,6	5,2	5,1	297,8	399,3	37,7	34,9	2,6	2,6	915,3	1 168,8
8,1	8,5	535,9	569,8	8,5	8,5	22,1	34,6	2,8	3,0	0,6	0,6	41,2	60,8
31,1	29,0	796,5	804,8	12,7	12,1	238,5	314,0	30,2	27,4	1,7	1,6	299,4	390,2
25,3	22,5	484,2	493,2	7,7	7,4	206,2	264,9	26,1	23,1	1,8	1,8	425,8	537,0
3,3	3,8	207,3	201,6	3,3	3,0	18,3	27,4	2,3	2,4	1,2	1,1	88,5	136,1
2,5	2,6	105,0	109,9	1,7	1,6	13,9	21,7	1,8	1,9	1,2	1,2	132,6	197,2
3,6	3,9	858,9	964,7	13,7	14,5	6,9	10,2	0,9	0,9	0,4	0,4	8,0	10,6
0,7	0,7	46,2	49,2	0,7	0,7	2,3 ⁻¹	4,4	0,3 ^e	0,4	0,7 ⁻¹	0,9	49,5 ⁻¹	88,6
1,4	1,5	623,5	709,2	9,9	10,6	1,8	2,6	0,2	0,2	0,3	0,3	2,9	3,7
1,5	1,6	189,3	206,3	3,0	3,1	2,5	3,3	0,3	0,3	0,4	0,3	13,4	15,9
31,0	34,5	3 725,6	3 955,5	59,4	59,3	213,9	369,3	27,1	32,2	1,5	1,6	57,4	93,4
7,4	6,5	127,1	127,4	2,0	1,9	108,2	147,9	13,7	12,9	3,2	3,4	851,0	1 161,3
7,9	10,7	1 286,0	1 329,1	20,5	19,9	39,2	102,4	5,0	8,9	1,1	1,4	30,5	77,1
0,3	0,3	6,3	6,9	0,1	0,1	7,1	9,2	0,9	0,8	4,6	4,8	1 121,4	1 321,3
3,8	4,7	1 078,1	1 164,7	17,2	17,5	12,9	24,8	1,6	2,2	0,7	0,8	12,0	21,3
0,4	0,6	72,3	75,4	1,2	1,1	0,5	0,8	0,1	0,1	0,2	0,2	7,0	10,2
6,0	6,1	373,7	399,3	6,0	6,0	40,1	72,3	5,1	6,3	1,4	1,8	107,3	181,1
1,8	2,0	107,0	122,9	1,7	1,8	1,1	1,4	0,1	0,1	0,1	0,1	10,0	11,8
3,3	3,6	675,0	729,7	10,8	10,9	4,8	10,4	0,6	0,9	0,3	0,4	7,1	14,3
1,5	1,4	32,1	34,5	0,5	0,5	11,2	18,3	1,4	1,6	1,6	1,9	349,9	529,7
3,4	3,6	296,3	329,2	4,7	4,9	3,6	4,7	0,5	0,4	0,2	0,2	12,2	14,3
3,8	4,4	279,6	277,0	4,5	4,2	18,9	28,2	2,4	2,5	1,1	1,0	67,4	101,9
64,3	58,9	1 149,6	1 189,0	18,3	17,8	661,3	894,7	83,7	78,1	2,2	2,3	575,2	752,5
0,9	0,9	12,1	12,6	0,2	0,2	9,8	13,6	1,2	1,2	2,3	2,3	804,5	1 082,8
2,1	2,2	669,7	758,4	10,7	11,4	4,3	7,0	0,5	0,6	0,4	0,5	6,4	9,2
0,6	0,8	37,7	39,5	0,6	0,6	1,2	2,7	0,1	0,2	0,4	0,5	30,8	67,3
2,9	2,8	179,1	190,1	2,9	2,9	13,0	20,2	1,6	1,8	1,0	1,1	72,7	106,4
2,0	1,9	31,3	32,9	0,5	0,5	19,1	24,1	2,4	2,1	2,0	1,9	611,4	732,3
-	-	11,1	11,2	0,2	0,2	-	-	-	-	0,5	0,4	-	-
0,6	0,6	72,9	80,1	1,2	1,2	0,5 ⁻²	0,9	0,1 ^e	0,1	0,2 ⁻²	0,2	6,8 ⁻²	11,4
3,7	3,1	59,8	61,7	1,0	0,9	38,2	42,3	4,8	3,7	2,2	2,0	637,7	685,5
4,9	4,3	82,2	82,3	1,3	1,2	56,7	72,2	7,2	6,3	2,5	2,5	689,0	877,3
1,1	1,2	68,5	72,4	1,1	1,1	2,8	4,7 ⁻¹	0,3	0,5 ^e	0,5	0,7 ⁻¹	40,3	65,6 ⁻¹
2,1	2,3	102,0	107,5	1,6	1,6	4,2	5,6	0,5	0,5	0,4	0,4	40,9	52,1
2,0	1,9	46,9	48,0	0,7	0,7	22,5	41,3	2,8	3,6	2,4	3,2	479,4	861,9
2,8	3,2	145,3	141,9	2,3	2,1	15,9	23,5	2,0	2,0	1,2	1,1	109,7	165,4
1,2	1,4	68,4	73,0	1,1	1,1	3,0	6,8	0,4	0,6	0,5	0,7	44,0	92,9
3,7	3,2	59,4	60,9	0,9	0,9	30,6	38,7	3,9	3,4	1,8	1,8	515,8	636,1
22,5	20,7	294,0	308,7	4,7	4,6	277,1	373,1	35,1	32,6	2,7	2,7	942,4	1 208,7

-n = les données renvoient à n année(s) avant l'année de référence.

e = estimation de l'Institut de statistique de l'UNESCO fondée sur des extrapolations ou des interpolations.

Source : Pour la DIRD : estimations de l'Institut de statistique de l'UNESCO, juin 2010 ; pour le PIB et le facteur de conversion en PPA : Banque mondiale, Indicateurs du développement dans le monde, mai 2010, et estimations de l'Institut de statistique de l'UNESCO ; pour la population : *Perspectives démographiques mondiales : la révision de 2008*, Département des affaires économiques et sociales de l'ONU (2009) et estimations de l'Institut de statistique de l'UNESCO.



Le rôle croissant du savoir dans l'économie mondiale

Sud (4,61 %). En comparaison, le Moyen-Orient et l'Afrique du Nord ont connu une croissance de 2,42 %, l'Amérique du Nord de 2,00 %, l'Amérique latine et les Caraïbes de 1,80 % et l'Afrique subsaharienne de 1,64 %. L'écart le plus important a été enregistré en Afrique subsaharienne : dans vingt-huit pays, le PIB par habitant a augmenté de plus de 5 %, mais plus de la moitié des seize pays ayant connu une croissance négative par habitant font également partie de cette région (Tableau 1).

La Figure 1 présente les vingt plus grandes puissances économiques du monde. Cette liste inclut la Triade⁴, des pays d'industrialisation récente comme le Mexique et la République de Corée, certains des pays les plus peuplés du monde comme la Chine, l'Inde, le Brésil, la Russie et l'Indonésie, et une deuxième strate d'économies émergentes comme la Turquie, l'Arabie saoudite, l'Argentine et l'Afrique du Sud. Avec leur poids économique nouvellement acquis, ces pays défient bon nombre des règles, règlements et normes qui régissaient les pays du G7 et de la Triade, en matière de commerce international et d'investissements⁵. Nous verrons que ces pays remettent également en cause la suprématie historique de la Triade en ce qui concerne les investissements en R&D.

La DIRD dans le monde : tendance au déplacement des pôles d'influence

Le monde a consacré 1,7 % du PIB à la R&D en 2007, un pourcentage stable depuis 2002. En termes financiers cependant, cela représente 1 146 milliards de dollars des États-Unis⁶, soit une augmentation de 45 % par rapport à 2002 (Tableau 1). Ce chiffre dépasse légèrement la hausse du PIB sur la même période (43 %).

Cette progression masque un glissement dans la répartition de l'influence au niveau mondial. Dopée dans une large mesure par la Chine, l'Inde et la République de Corée, la part de l'Asie dans le monde est passée de 27 % à 32 %, au détriment de la Triade. La baisse constatée dans l'Union européenne (UE) est imputable en grande partie à ses trois membres les plus influents : l'Allemagne, la France et le Royaume-Uni (UK). Quant aux parts de l'Afrique et des États arabes, elles sont faibles mais stables et l'Océanie a légèrement progressé.

4. Composée par l'Union européenne, le Japon et les États-Unis.

5. La grande majorité des normes qui régissent notamment le commerce des biens manufacturés, l'agriculture et les services s'inspirent des normes des États-Unis et de l'Union européenne.

6. Les montants figurant dans ce chapitre sont exprimés en parité de pouvoir d'achat du dollar.

On constate sur la Figure 1 que la part de la Chine dans la DIRD mondiale se rapproche de sa part du PIB mondial, à la différence du Brésil ou de l'Inde qui contribuent encore beaucoup plus au PIB mondial qu'à la DIRD mondiale. Il est à noter que la proportion est inverse pour la Triade, même si l'écart est très faible pour l'UE. La République de Corée est un cas intéressant car elle suit le même scénario que la Triade. Sa part de DIRD atteint même le double de sa part du PIB mondial. La Corée s'est donné pour objectif d'élever à 5 % son ratio DIRD/PIB en 2012.

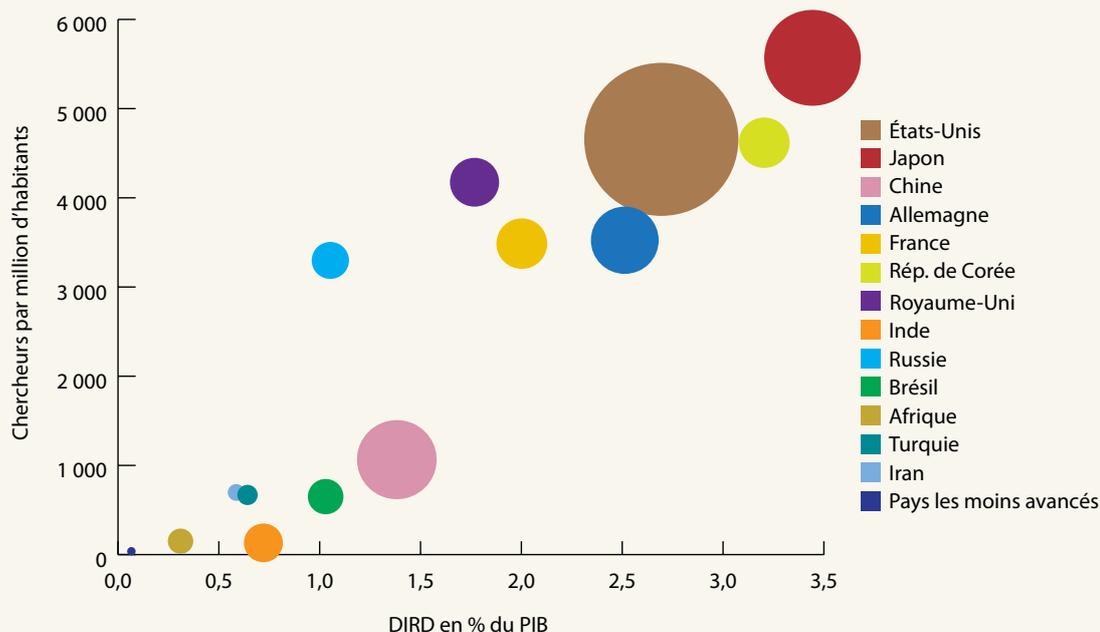
La Figure 2 établit une corrélation entre l'importance de la R&D et le nombre de chercheurs dans un échantillon représentatif de pays et de régions. Il apparaît que la Russie a encore beaucoup plus de chercheurs que de ressources financières dans son système de R&D. Trois grands nouveaux venus font leur apparition dans l'angle inférieur gauche de l'image, à savoir la Chine, le Brésil et l'Inde, accompagnés par l'Iran et la Turquie. Même l'Afrique, en tant que continent, contribue aujourd'hui notablement à l'effort mondial de R&D. Bien que le volume de la R&D et le capital humain soient sans doute encore faibles dans ces économies, leur contribution au stock mondial des connaissances connaît une croissance rapide. En revanche, le groupe des pays les moins avancés – le plus petit cercle du schéma – joue encore un rôle marginal.

Rattraper le retard du secteur privé en R&D

C'est l'évolution de l'investissement privé en R&D des entreprises (DIRDE) qui illustre le mieux le glissement géographique rapide qui se produit à l'échelle mondiale dans les centres de R&D financés par le secteur privé. Les multinationales décentralisent de plus en plus leurs activités de recherche vers certaines parties du monde développé et en développement, selon une stratégie visant à donner à la R&D une dimension mondiale (Zanatta et Queiroz, 2007). D'après elles, cette stratégie réduit le coût du travail et leur facilite l'accès aux marchés, ainsi qu'au savoir et au capital humain locaux, et aux ressources naturelles du pays d'accueil.

Les destinations de prédilection sont les « tigres » d'Asie, les « anciens » pays d'Asie d'industrialisation récente, et en deuxième position, le Brésil, l'Inde et la Chine. Mais il ne s'agit plus d'un mouvement en sens unique : des firmes implantées dans des économies émergentes ont commencé elles aussi à acheter des grandes entreprises dans des pays développés, acquérant ainsi du jour au lendemain leur capital-savoir, comme le montre clairement le chapitre sur l'Inde. Il s'ensuit une modification rapide dans la répartition entre le Nord et le Sud des efforts mondiaux en R&D. En 1990, plus de 95 % de la R&D étaient réalisés dans le monde développé et sept

Figure 2 : Investissement en R&D au niveau mondial en termes absolus et relatifs, 2007
 Pour certains pays et régions



NB : La dimension des disques traduit l'importance de la DIRD pour chaque pays ou groupe.

Source : UNU-MERIT, d'après des données de l'Institut de statistique de l'UNESCO et de la Banque mondiale.

pays de l'OCDE comptaient à eux seuls pour plus de 92 % de la R&D mondiale (Coe *et al.*, 1997). En 2002, les pays développés comptaient pour un peu moins de 83 % du total et en 2007 pour 76 % seulement. De plus, comme le mettent en évidence les chapitres sur l'Asie du Sud et l'Afrique subsaharienne, un certain nombre de pays considérés peu actifs en R&D mettent au point une stratégie consistant à développer des secteurs spécifiques comme celui de l'ingénierie légère, afin de dépendre moins des importations. C'est ce qu'on observe au Bangladesh.

De 2002 à 2007, la part de la DIRDE dans le PIB a fortement augmenté au Japon, en Chine et à Singapour, et de manière spectaculaire en République de Corée. Dans le même temps, le ratio demeurait à peu près constant au Brésil, aux États-Unis et dans l'UE, alors qu'il diminuait en Russie. En conséquence, la République de Corée disputait au Japon en 2007 sa place de leader dans le domaine de la technologie, Singapour avait quasiment rattrapé les États-Unis et la Chine était au coude à coude avec l'UE. Pour autant, le ratio DIRDE/PIB de l'Inde et du Brésil reste encore bien inférieur à celui de la Triade.

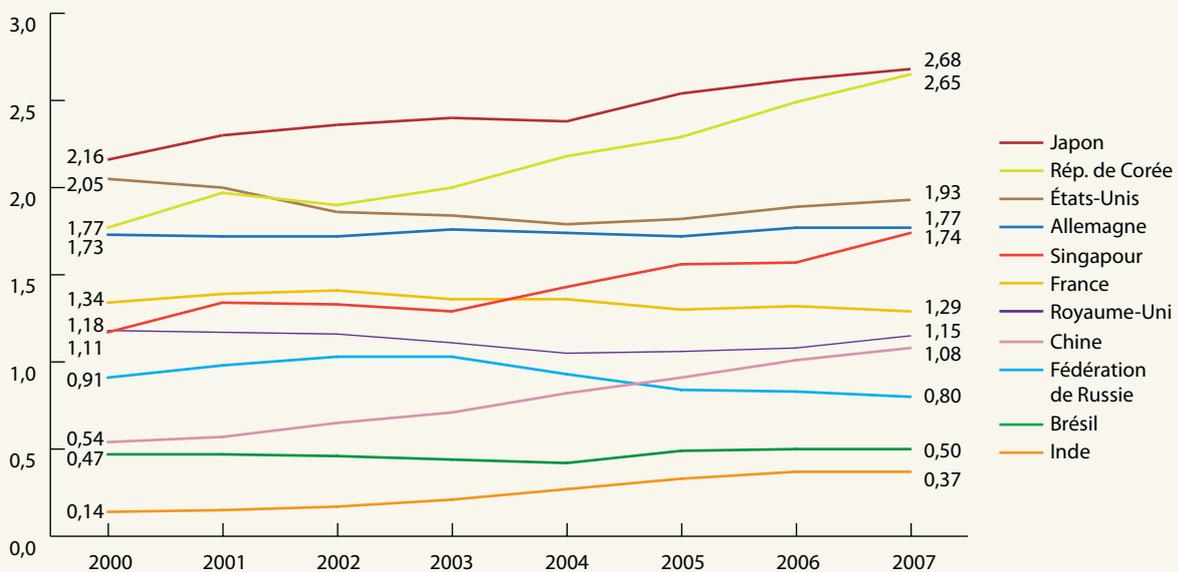
Les tendances côté capital humain : la Chine aura bientôt le plus grand nombre de chercheurs

Nous allons analyser ici un autre élément clé de la contribution de la R&D : les tendances du côté des chercheurs. Comme on le voit sur le Tableau 2, la Chine s'apprête à dépasser les États-Unis et l'UE en nombre de chercheurs. Chacun de ces trois géants possède environ 20 % de l'effectif mondial des chercheurs. Si l'on y ajoute la part du Japon (10 %) et celle de la Russie (77 %), on voit apparaître l'extrême concentration des chercheurs : les « cinq grands » représentent environ 35 % de la population mondiale, mais détiennent 75 % de l'ensemble des chercheurs. En revanche, un pays aussi peuplé que l'Inde ne participe que pour 2,2 % au total mondial et les continents d'Amérique latine et d'Afrique ne comptent que pour 3,5 % et 2,2 % respectivement.

Si la part des chercheurs dans le monde en développement est passée de 30 % en 2002 à 38 % en 2007, cette croissance est pour les deux tiers attribuable à la Chine. Les pays forment beaucoup plus de scientifiques et d'ingénieurs qu'auparavant, mais les diplômés ont du mal à trouver des postes qualifiés ou des conditions de travail attrayantes dans leur pays.

Le rôle croissant du savoir dans l'économie mondiale

Figure 3 : Part du secteur privé dans la DIRD par rapport au PIB pour certains pays, 2000-2007 (%)



Source : UNU-MERIT, d'après des données de l'Institut de statistique de l'UNESCO.

La migration de chercheurs hautement qualifiés du Sud vers le Nord est devenue pour cette raison un trait marquant de la dernière décennie. Un rapport de l'Office parlementaire du Royaume-Uni paru en 2008 fait état de données de l'OCDE selon lesquelles vingt des cinquante-neuf millions de migrants installés dans les pays de l'OCDE sont hautement qualifiés.

La fuite des cerveaux inquiète les pays en développement

Malgré une littérature abondante sur la migration, il est pratiquement impossible de dresser, au niveau mondial, un tableau systématique et quantitatif de la migration à long terme des personnes hautement qualifiées. De plus, ce phénomène n'est pas perçu de la même manière partout. Certains évoquent la fuite des cerveaux, d'autres préfèrent le terme d'exode des cerveaux ou de circulation des cerveaux. Quelle que soit la terminologie adoptée, plusieurs chapitres du présent rapport – notamment sur l'Inde, l'Asie du Sud, la Turquie et l'Afrique subsaharienne – montrent la gravité du problème de fuite des cerveaux et les difficultés provoquées par cette déperdition du savoir sur la R&D des pays touchés. Une enquête nationale menée par la National Science Foundation du Sri Lanka révèle ainsi que le nombre de scientifiques économiquement actifs au Sri Lanka était tombé de 13 286 en 1996 à 7 907 en 2006. Pendant ce temps, l'IDE qui afflue vers l'Inde provoque une fuite des cerveaux interne, car les entreprises nationales ne peuvent

pas rivaliser avec les entreprises étrangères basées en Inde qui offrent des avantages substantiels à leur personnel.

Les instituts internationaux de statistique ne traitent pas systématiquement les données sur les migrations Sud-Sud et Sud-Nord, mais on peut en dresser une estimation approximative en croisant les données de l'OCDE sur la migration des personnes hautement qualifiées avec celles de l'UNESCO sur les flux bilatéraux d'étudiants étrangers (Dunnewijk, 2008). Ces données révèlent que la migration se fait surtout dans le sens du Sud vers le Nord et du Nord vers le Nord, mais l'éventail des destinations s'élargit considérablement : Afrique du Sud, Russie, Ukraine, Malaisie et Jordanie sont désormais devenues des destinations attrayantes pour les personnes hautement qualifiées. La diaspora qui s'est installée en Afrique du Sud était originaire du Zimbabwe, du Botswana, de Namibie et du Lesotho ; en Russie, du Kazakhstan, d'Ukraine et du Bélarus ; en Ukraine, de Brunéi Darussalam, dans l'ex-Tchécoslovaquie, de l'Iran ; en Malaisie, de Chine et d'Inde ; en Roumanie, de la Moldavie ; en Jordanie, des Territoires autonomes palestiniens ; au Tadjikistan, d'Ouzbékistan, et en Bulgarie, de Grèce.

Un autre facteur réside dans le fait que la diaspora joue un rôle utile, en déclenchant l'élaboration de mesures destinées à rendre plus efficace le transfert de technologies et la diffusion des connaissances. Ce phénomène encourage les pays à concevoir

RAPPORT DE L'UNESCO SUR LA SCIENCE 2010

Tableau 2 : Indicateurs clés concernant les chercheurs dans le monde, 2002 et 2007

	Nombre de chercheurs (en milliers)		Répartition mondiale des chercheurs (%)		Chercheurs par million d'habitants		DIRD par chercheur (en milliers de dollars PPA)	
	2002	2007	2002	2007	2002	2007	2002	2007
Monde	5 810,7	7 209,7	100,0	100,0	926,1	1 080,8	136,0	158,9
Pays développés	4 047,5	4 478,3	69,7	62,1	3 363,5	3 655,8	161,3	195,0
Pays en développement	1 734,4	2 696,7	29,8	37,4	397,8	580,3	78,5	100,5
Pays les moins avancés	28,7	34,7	0,5	0,5	40,5	43,4	37,6	43,8
Amériques	1 628,4	1 831,9	28,0	25,4	1 890,9	2 010,1	196,4	236,9
Amérique du Nord	1 458,5	1 579,8	25,1	21,9	4 483,2	4 624,4	204,2	252,8
Amérique latine et Caraïbes	169,9	252,1	2,9	3,5	317,1	442,5	130,0	137,4
Europe	1 870,7	2 123,6	32,2	29,5	2 348,5	2 638,7	127,5	147,9
Union européenne	1 197,9	1 448,3	20,6	20,1	2 473,9	2 936,4	172,1	182,9
Communauté d'États indépendants (Europe)	579,6	551,5	10,0	7,6	2 796,1	2 735,3	31,7	49,8
Europe centrale et orientale et autres pays européens	93,2	123,8	1,6	1,7	887,2	1 125,9	149,4	175,1
Afrique	129,0	158,5	2,2	2,2	150,2	164,3	53,1	64,6
Afrique du Sud	14,2 ⁻¹	19,3	0,2 ^e	0,3	311,4 ⁻¹	392,9	158,9 ⁻¹	225,6
Autres pays subsahariens (à l'exception de l'Afrique du Sud)	30,8	40,8	0,5	0,6	49,4	57,5	59,5	63,8
États arabes d'Afrique	84,1	98,4	1,4	1,4	444,1	477,1	30,2	33,3
Asie	2 064,6	2 950,6	35,5	40,9	554,2	745,9	103,6	125,2
Japon	646,5	710,0	11,1	9,8	5 087,0	5 573,0	167,3	208,4
Chine	810,5	1 423,4	13,9	19,7	630,3	1 070,9	48,4	72,0
Israël	-	-	-	-	-	-	-	-
Inde	115,9 ⁻²	154,8 ⁻²	2,3 ^e	2,2 ^e	111,2 ⁻²	136,9 ⁻²	102,6 ⁻²	126,7 ⁻²
Communauté d'États indépendants (Asie)	41,4	39,7	0,7	0,6	572,5	525,8	12,3	19,4
Pays nouvellement industrialisés d'Asie	295,8	434,3	5,1	6,0	791,4	1 087,4	135,6	166,6
États arabes d'Asie	21,1	24,4	0,4	0,3	197,1	198,7	50,5	59,3
Autres pays d'Asie (à l'exception du Japon, de la Chine, de l'Inde et d'Israël)	93,2	127,1	1,6	1,8	138,1	174,2	51,6	81,8
Océanie	118,0	145,1	2,0	2,0	3 677,6	4 208,7	95,1	125,9
Autres groupes								
États arabes, ensemble	105,2	122,8	1,8	1,7	354,9	373,2	34,3	38,4
Communauté d'États indépendants, ensemble	621,0	591,2	10,7	8,2	2 221,1	2 133,8	30,4	47,7
OCDE	3 588,1	4 152,9	61,7	57,6	3 121,2	3 492,8	184,3	215,5
Association européenne de libre-échange	48,3	52,9	0,8	0,7	3 976,6	4 209,1	202,3	257,3
Afrique subsaharienne (Afrique du Sud comprise)	45,0	60,1	0,8	0,8	67,1	79,2	96,0	115,8
Pays (sélection)								
Argentine	26,1	38,7	0,4	0,5	692,3	979,5	44,4	68,7
Brésil	71,8	124,9	1,2	1,7	400,9	656,9	181,4	162,1
Canada	116,0	139,0 ⁻¹	2,0	1,9 ^e	3 705,3	4 260,4 ⁻¹	165,0	170,7 ⁻¹
Cuba	-	-	-	-	-	-	-	-
Égypte	-	49,4	-	0,7	-	616,6	-	18,5
Allemagne	265,8	290,9	4,6	4,0	3 232,5	3 532,2	213,1	248,4
Iran (République islamique d')	-	50,5 ⁻¹	-	0,7 ^e	-	706,1 ⁻¹	-	93,0 ⁻¹
République de Corée	141,9	221,9	2,4	3,1	3 022,8	4 627,2	158,6	186,3
Fédération de Russie	491,9	469,1	8,5	6,5	3 384,8	3 304,7	32,4	50,1
Turquie	24,0	49,7	0,4	0,7	350,8	680,3	125,4	136,5
Royaume-Uni	198,2	254,6	3,4	3,5	3 336,5	4 180,7	154,6	152,2
États-Unis d'Amérique	1 342,5	1 425,6 ⁻¹	23,1	20,0 ^e	4 566,0	4 663,3 ⁻¹	206,4	243,9 ⁻¹

-n = les données renvoient à n année(s) avant l'année de référence.

e = estimation de l'Institut de statistique de l'UNESCO fondée sur des extrapolations ou des interpolations.

Note : Le nombre de chercheurs est exprimé en équivalent temps plein. Pour certaines régions, la somme des chercheurs et leur répartition mondiale ne correspondent pas au total en raison des changements d'année de référence ou de l'absence de données concernant certains pays. En outre, dans de nombreux pays en développement, les données ne couvrent pas tous les secteurs de l'économie. En conséquence, les données présentées ici pour les pays en développement peuvent être considérées comme la borne inférieure de leurs véritables efforts en matière de recherche et développement.

Sources pour les chercheurs : estimations de l'Institut de statistique de l'UNESCO, juin 2010 ; pour le facteur de conversion PPA : Banque mondiale, Indicateurs du développement dans le monde, mai 2010, et estimations de l'Institut de statistique de l'UNESCO ; pour la population : Département des affaires économiques et sociales de l'ONU (2009) Perspectives démographiques mondiales : la révision de 2008, et estimations de l'Institut de statistique de l'UNESCO.

Le rôle croissant du savoir dans l'économie mondiale

des stratégies d'incitation au retour pour les expatriés hautement qualifiés. C'est ce qui s'est produit en République de Corée par le passé et se produit actuellement en Chine et ailleurs. L'objectif est d'encourager la diaspora à utiliser les compétences acquises à l'étranger pour apporter des changements structurels dans leur pays d'origine. La diaspora peut même être invitée à participer « à distance », si la perspective d'un retour définitif au pays n'est pas envisagée. Au Nigéria, le Parlement a approuvé la création de la Commission des Nigériens de la diaspora en 2010, dont l'objectif est d'identifier les spécialistes nigériens qui vivent à l'étranger afin de les inciter à participer à l'élaboration de la politique et de projets nationaux.

Les tendances côté publications : un nouveau trio domine

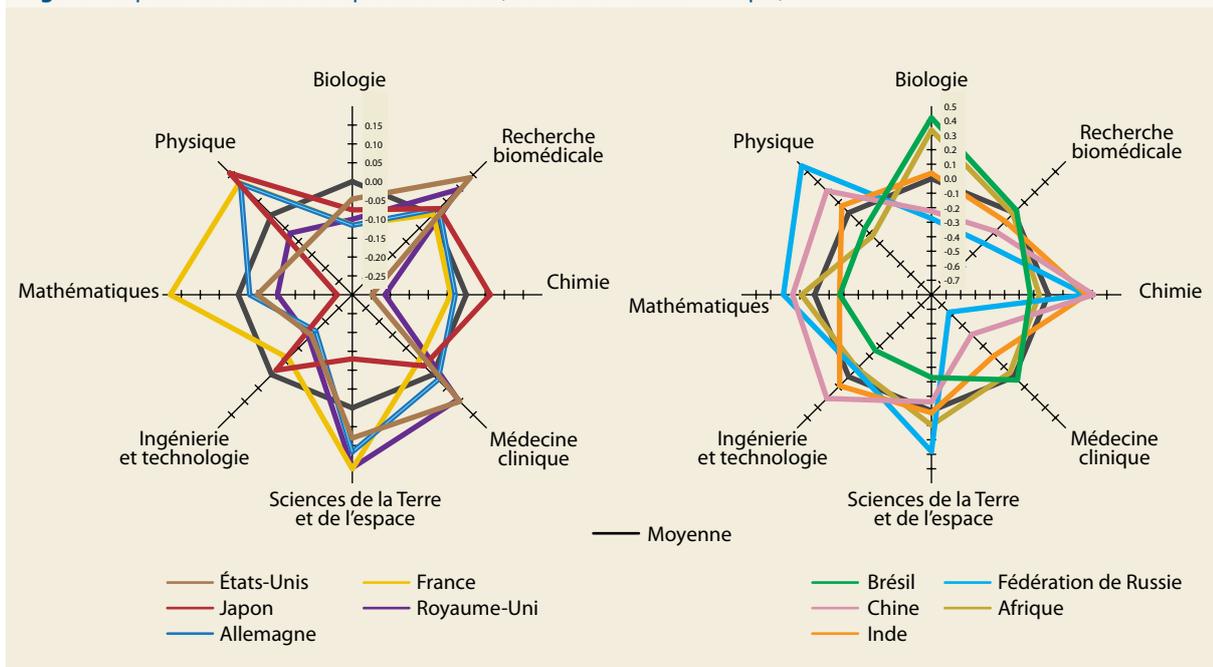
Le nombre de publications scientifiques enregistrées à l'Index de citation de la science de Thomson Reuters (SCI) est l'indicateur de production scientifique le plus couramment utilisé. Il est particulièrement précieux, en ce qu'il permet à la fois des comparaisons internationales d'un niveau général et une évaluation plus détaillée de certains domaines scientifiques. Commençons par l'analyse globale des publications scientifiques. En termes absolus, les États-Unis arrivent toujours en tête des pays pour la production d'articles

scientifiques, comme le révèle le Tableau 3, mais leur part mondiale (28 %) a baissé depuis six ans dans une proportion bien supérieure à celle de n'importe quel autre pays. La région qui arrive en tête selon cet indicateur, l'UE, a vu elle aussi diminuer sa part de 4 points de pourcentage, atteignant moins de 37 %. En revanche, la part de la Chine a plus que doublé en six ans seulement et représente aujourd'hui plus de 10 % du total mondial, immédiatement après les États-Unis, même si elle reste loin derrière la Triade du point de vue de la fréquence de citation. Viennent ensuite le Japon et l'Allemagne, désormais à égalité, juste en dessous de 8 %, la part mondiale du Japon ayant diminué davantage que celle de l'Allemagne.

Quant aux pays BRIC⁷, leur part mondiale a connu une croissance impressionnante, à l'exception de la Russie qui a vu sa part diminuer, de 3,5 % en 2002 à 2,7 % en 2008. Au niveau des continents, la part de l'Amérique latine a bondi de 3,8 % à 4,9 % mais ceci, en grande partie grâce au Brésil. La croissance dans le monde arabe est restée atone. Selon le SCI, la part de l'Afrique dans les publications a fait un bond de 25 % entre 2002 et 2008, partant de très bas pour

7. Brésil, Chine, Fédération de Russie et Inde.

Figure 4 : Spécialisation scientifique de la Triade, dans les BRIC et en Afrique, 2008



Source : UNU-MERIT, d'après des données de l'Institut de statistique de l'UNESCO.

RAPPORT DE L'UNESCO SUR LA SCIENCE 2010

Tableau 3 : Répartition mondiale des publications scientifiques, 2002 et 2008

	Total des publications		Évolution (%) 2002–2008	Répartition mondiale des publications (%)		Biologie		Recherche biomédicale	
	2002	2008		2002	2008	2002	2008	2002	2008
Monde	733 305	986 099	34.5	100.0	100.0	58 478	84 102	99 805	123 316
Pays développés	617 879	742 256	20.1	84.3	75.3	49 315	62 744	89 927	100 424
Pays en développement	153 367	315 742	105.9	20.9	32.0	13 158	29 394	14 493	32 091
Pays les moins avancés	2 069	3 766	82.0	0.3	0.4	477	839	226	471
Amériques	274 209	348 180	27.0	37.4	35.3	23 868	33 785	47 500	54 671
Amérique du Nord	250 993	306 676	22.2	34.2	31.1	20 234	24 976	44 700	49 590
Amérique latine et Caraïbes	27 650	48 791	76.5	3.8	4.9	4 321	10 232	3 426	6 216
Europe	333 317	419 454	25.8	45.5	42.5	24 133	33 809	43 037	50 464
Union européenne	290 184	359 991	24.1	39.6	36.5	21 522	29 516	39 261	45 815
Communauté d'États indépendants (Europe)	30 118	32 710	8.6	4.1	3.3	1 153	1 447	2 052	2 054
Europe centrale et orientale et autres pays européens	29 195	48 526	66.2	4.0	4.9	2 274	4 348	3 524	5 014
Afrique	11 776	19 650	66.9	1.6	2.0	2 255	3 366	1 122	2 397
Afrique du Sud	3 538	5 248	48.3	0.5	0.5	828	1 163	481	690
Autres pays subsahariens (à l'exception de l'Afrique du Sud)	3 399	6 256	84.1	0.5	0.6	1 072	1 575	381	1 110
États arabes d'Afrique	4 988	8 607	72.6	0.7	0.9	406	746	281	655
Asie	177 743	303 147	70.6	24.2	30.7	10 796	20 062	19 022	31 895
Japon	73 429	74 618	1.6	10.0	7.6	4 682	5 479	9 723	9 771
Chine	38 206	104 968	174.7	5.2	10.6	1 716	5 672	2 682	9 098
Israël	9 136	10 069	10.2	1.2	1.0	643	662	1 264	1 411
Inde	18 911	36 261	91.7	2.6	3.7	1 579	3 339	1 901	3 821
Communauté d'États indépendants (Asie)	1 413	1 761	24.6	0.2	0.2	41	57	66	88
Pays nouvellement industrialisés d'Asie	33 765	62 855	86.2	4.6	6.4	1 730	3 364	3 240	6 795
États arabes d'Asie	3 348	5 366	60.3	0.5	0.5	200	355	239	447
Autres pays d'Asie (à l'exception du Japon, de la Chine, d'Israël et de l'Inde)	16 579	40 358	143.4	2.3	4.1	1 301	3 203	1 313	3 651
Océanie	23 246	33 060	42.2	3.2	3.4	4 014	5 034	3 120	4 353
Autres groupes									
États arabes, ensemble	8 186	13 574	65.8	1.1	1.4	600	1 078	510	1 063
Communauté d'États indépendants, ensemble	31 294	34 217	9.3	4.3	3.5	1 189	1 497	2 110	2 128
OCDE	616 214	753 619	22.3	84.0	76.4	49 509	64 020	90 365	102 634
Association européenne de libre-échange	18 223	25 380	39.3	2.5	2.6	1 523	2 262	2 760	3 349
Afrique subsaharienne (Afrique du Sud comprise)	6 819	11 142	63.4	0.9	1.1	1 860	2 636	844	1 751
Pays (sélection)									
Argentine	4 719	6 197	31.3	0.6	0.6	826	1 287	664	883
Brésil	12 573	26 482	110.6	1.7	2.7	1 572	5 526	1 583	3 467
Canada	30 310	43 539	43.6	4.1	4.4	3 351	4 571	4 779	6 018
Cuba	583	775	32.9	0.1	0.1	129	156	65	81
Égypte	2 569	3 963	54.3	0.4	0.4	192	259	146	295
France	47 219	57 133	21.0	6.4	5.8	2 975	3 865	6 563	7 169
Allemagne	65 500	76 368	16.6	8.9	7.7	3 838	5 155	8 742	10 006
Iran (République islamique d')	2 102	10 894	418.3	0.3	1.1	150	772	129	681
Mexique	5 239	8 262	57.7	0.7	0.8	874	1 669	558	911
République de Corée	17 072	32 781	92.0	2.3	3.3	617	1 755	1 893	3 824
Fédération de Russie	25 493	27 083	6.2	3.5	2.7	1 050	1 317	1 851	1 835
Turquie	8 608	17 787	106.6	1.2	1.8	546	1 435	532	1 155
Royaume-Uni	61 073	71 302	16.7	8.3	7.2	4 515	4 975	9 586	10 789
États-Unis d'Amérique	226 894	272 879	20.3	30.9	27.7	17 349	21 234	41 135	45 125

Note : Les sommes des nombres pour les différentes régions dépassent les chiffres totaux car les publications collectives dont les coauteurs appartiennent à des régions différentes sont intégralement comptabilisées dans chacune de ces régions.

Le rôle croissant du savoir dans l'économie mondiale

Publications par discipline

Chimie		Médecine clinique		Terre et espace		Sciences de l'ingénieur et tech.		Mathématiques		Physique	
2002	2008	2002	2008	2002	2008	2002	2008	2002	2008	2002	2008
88 310	114 206	229 092	307 043	41 691	60 979	96 194	139 257	23 142	37 397	96 593	119 799
66 585	72 185	203 298	251 857	36 644	50 320	73 868	91 320	19 251	27 961	78 991	85 445
26 002	49 155	32 772	70 921	8 497	17 330	28 019	59 180	5 829	12 938	24 597	44 733
76	132	928	1 635	138	318	103	177	27	52	94	142
22 342	25 803	95 140	126 471	18 611	24 883	29 465	37 841	8 355	12 114	28 928	32 612
19 378	21 690	89 495	114 674	17 123	22 533	27 183	33 763	7 573	10 765	25 307	28 685
3 181	4 401	6 751	14 030	2 122	3 228	2 646	4 535	925	1 570	4 278	4 579
40 404	44 644	104 060	135 042	21 202	30 763	39 625	53 069	11 834	18 064	49 022	53 599
33 183	36 221	93 939	119 230	18 091	26 095	33 845	44 182	10 190	15 239	40 153	43 693
6 117	6 357	1 771	2 115	2 647	3 205	4 108	4 772	1 474	2 066	10 796	10 694
2 874	4 239	11 172	18 623	2 054	3 924	3 091	6 284	671	1 541	3 535	4 553
1 535	2 012	3 075	5 640	918	1 486	1 306	2 358	494	893	1 071	1 498
307	410	841	1 453	434	520	294	467	127	227	226	318
117	183	1 323	2 417	245	477	122	226	44	114	95	154
1 116	1 438	953	1 931	260	527	892	1 688	325	563	755	1 059
30 017	50 501	40 557	65 957	7 456	15 001	32 946	58 754	5 544	11 614	31 405	49 363
9 908	9 809	21 426	21 729	2 505	3 552	10 633	10 194	1 300	1 661	13 252	12 423
9 499	23 032	3 863	13 595	2 036	5 746	8 734	22 800	1 850	5 384	7 826	19 641
694	706	3 134	3 357	372	506	1 011	1 143	524	754	1 494	1 530
4 552	7 163	3 367	7 514	1 160	2 306	2 980	6 108	506	974	2 866	5 036
279	322	95	124	145	168	130	166	125	204	532	632
4 590	7 334	6 748	14 468	1 218	2 540	9 075	16 140	1 102	1 905	6 062	10 309
323	463	1 302	1 934	143	303	721	1 090	154	326	266	448
2 449	5 314	4 134	9 991	765	1 983	3 685	9 219	561	1 603	2 371	5 394
1 552	2 038	7 528	11 598	2 126	3 323	2 497	3 403	716	985	1 693	2 326
1 405	1 840	2 227	3 758	399	808	1 580	2 711	469	855	996	1 461
6 358	6 645	1 856	2 230	2 761	3 333	4 224	4 910	1 589	2 266	11 207	11 208
63 801	71 003	208 163	262 587	35 655	49 492	74 606	94 262	18 435	26 842	75 680	82 779
1 618	2 021	6 328	9 072	1 501	2 600	1 548	2 507	387	656	2 558	2 913
420	582	2 135	3 746	658	962	415	675	170	335	317	455
536	669	1 078	1 316	407	631	362	487	118	229	728	695
1 656	2 390	3 243	8 799	657	1 028	1 259	2 209	398	708	2 205	2 355
2 306	3 022	9 761	14 683	2 620	3 877	3 763	5 971	1 102	1 763	2 628	3 634
71	96	151	214	18	33	57	90	14	26	78	79
672	861	478	992	111	205	510	714	121	167	339	470
5 401	6 090	13 069	16 034	3 457	4 899	5 260	7 123	2 399	3 113	8 095	8 840
7 399	8 344	20 781	24 708	4 256	5 978	7 059	7 746	1 903	2 725	11 522	11 706
645	2 198	369	2 626	57	433	390	2 484	97	554	265	1 146
474	716	994	1 749	484	739	610	996	219	322	1 026	1 160
2 545	4 006	3 017	7 610	539	1 160	4 526	8 004	497	895	3 438	5 527
5 240	5 308	1 599	1 914	2 468	2 981	3 144	3 329	1 251	1 584	8 890	8 815
844	1 639	4 243	7 978	450	1 025	1 223	2 910	162	559	608	1 086
5 469	5 352	22 007	26 754	4 678	6 079	6 715	7 612	1 383	2 197	6 720	7 544
17 334	18 984	81 871	103 835	15 206	19 819	23 939	28 572	6 724	9 356	23 336	25 954

Sources : Données extraites du Web of Science de Thomson Reuters (Scientific) Inc. (Science Citation Index Expanded) et compilées pour l'UNESCO par l'Observatoire canadien des sciences et des techniques, mai 2010.

RAPPORT DE L'UNESCO SUR LA SCIENCE 2010

atteindre 2 % du total mondial. C'est en Afrique du Sud et au Maghreb que cette augmentation a été la plus sensible, même si tous les pays africains ont vu augmenter le nombre de leurs articles cités dans le SCI. Au niveau mondial, l'édition scientifique est aujourd'hui dominée par un nouveau trio : les États-Unis, l'Europe et l'Asie. Compte tenu de l'importance de la population asiatique, on pourrait s'attendre à ce que ce continent soit appelé à dominer dans les années à venir. Pour ce qui est de la spécialisation relative des pays dans certaines disciplines scientifiques, la Figure 4 révèle des disparités importantes. La première toile d'araignée montre les pays traditionnellement dominants en matière scientifique. L'octogone noir représente la moyenne, et les lignes situées au-delà indiquent des résultats supérieurs à la moyenne dans un domaine donné. On notera la spécialisation de la France en mathématiques, récemment confirmée par l'attribution de la médaille Fields à deux mathématiciens français en 2010. La France se spécialise également, tout comme l'Allemagne, en physique et en sciences de la Terre et de l'espace. Quant au Japon, il a plusieurs atouts : la physique, la chimie, l'ingénierie et la technologie. Fait intéressant, les États-Unis et le Royaume-Uni se spécialisent en recherche biomédicale, en médecine clinique et en sciences de la Terre et de l'espace.

La deuxième toile d'araignée concerne les pays BRIC et l'Afrique. On observe là aussi des différences frappantes de spécialisation scientifique selon les pays. La Russie marque clairement sa préférence pour la physique, les mathématiques et les sciences de la Terre et de l'espace. Sans surprise, la Chine se spécialise nettement en physique, chimie, mathématiques, ingénierie et technologie. En revanche, l'Afrique et le Brésil ont pour point fort la biologie, et l'Inde la chimie.

Ces différences de spécialisation scientifique se retrouveront dans les différents profils des pays présentés quelques pages plus loin dans ce premier chapitre. Chaque pays sélectionne apparemment les domaines scientifiques en fonction de ses besoins (médecine clinique), de ses prédispositions géographiques (sciences de la Terre et de l'espace et biologie), mais aussi en fonction de ses affinités culturelles (mathématiques, physique) et de l'expertise découlant de sa croissance industrielle (chimie).

Les tendances du côté de la production scientifique : inégalités dans la création du savoir dans le secteur privé

Le quatrième indicateur que nous allons examiner dans ce premier chapitre montre que la capacité des pays et régions à s'approprier les connaissances par le biais de leur secteur privé se traduit par le nombre de brevets déposés auprès des

offices des brevets de la Triade, à savoir : le Bureau américain des brevets et des marques de commerce, l'Office européen des brevets et l'Office japonais des brevets. On considère en général que les brevets déposés auprès de ces trois offices sont de haute qualité. En tant qu'indicateurs de développement technologique, les brevets reflètent bien le caractère cumulatif et tacite de la connaissance, car ils sont intégrés à un droit de propriété intellectuelle durable et officiellement reconnu. Cette caractéristique fait que le transfert de connaissances d'un environnement à un autre coûte cher. La domination générale des États-Unis est manifeste, ce qui montre bien la place occupée par la technologie américaine sur le marché et la suprématie américaine sur le marché mondial privé pour ce qui est des licences dans le domaine des technologies. Le Japon, l'Allemagne et la République de Corée arrivent en deuxième position par le nombre de détenteurs de brevets. La part de l'Inde atteint à peine 0,2 % de l'ensemble des brevets délivrés par la Triade, une part comparable à celle du Brésil (0,1 %) et de la Russie (0,2 %). Le Tableau 4 illustre l'extrême concentration des demandes de brevets en Amérique du Nord, en Asie et en Europe, le reste du monde comptant à peine pour 2 % de l'ensemble des brevets. L'Afrique, l'Asie et l'Amérique latine sont totalement absentes. En Inde, la plupart des brevets relèvent de domaines liés à la chimie. Il est intéressant de noter, comme on le verra dans le chapitre sur l'Inde, que l'adoption de la loi indienne sur les brevets en 2005, qui visait à mettre l'Inde en conformité avec l'Accord sur les aspects des droits de propriété intellectuelle qui touchent au commerce (ADPIC), n'a eu aucun effet négatif sur l'industrie pharmaceutique du pays. À l'appui de cet argument, l'auteur cite la forte croissance des investissements en R&D depuis 2000, qui se poursuivait sans fléchir en 2008. Mais il observe également que la plupart de ces brevets sont accordés de manière croissante à des entreprises étrangères installées en Inde, pour des projets de R&D conduits en Inde.

Parmi tous les indicateurs utilisés dans le *Rapport de l'UNESCO sur la science*, c'est celui des brevets qui met en lumière de la manière la plus éclatante les inégalités dans la création des connaissances au niveau mondial.

La tendance suivante permet d'expliquer l'énorme volume de brevets émis par les économies des pays de l'OCDE. Dans les pays à haut revenu, la durée de vie des produits de haute technologie est de plus en plus courte, ce qui oblige les entreprises à sortir de nouveaux produits plus vite qu'auparavant. On observe cela par exemple dans le rythme auquel les nouveaux ordinateurs, logiciels, jeux vidéo et téléphones portables sont mis sur le marché. Les firmes de haute technologie sont en grande partie responsables de ce phénomène, car elles créent délibérément de nouveaux besoins

Le rôle croissant du savoir dans l'économie mondiale

Tableau 4 : Familles de brevets de l'USPTO et de la Triade par région de l'inventeur en 2002 et 2007

	Brevets de l'USPTO				Brevets triadiques*			
	Total		Part mondiale (%)		Total		Part mondiale (%)	
	2002	2007	2002	2007	2002	2006	2002	2006
Monde	167 399	156 667	100.0	100.0	56 654	47 574	100.0	100.0
Pays développés	155 712	141 183	93.0	90.1	55 456	45 923	97.9	96.5
Pays en développement	12 846	17 344	7.7	11.1	1 579	2 125	2.8	4.5
Pays les moins avancés	13	13	0.0	0.0	4	1	0.0	0.0
Amériques	92 579	85 155	55.3	54.4	25 847	20 562	45.6	43.2
Amérique du Nord	92 245	84 913	55.1	54.2	25 768	20 496	45.5	43.1
Amérique latine et Caraïbes	450	355	0.3	0.2	115	101	0.2	0.2
Europe	31 046	25 387	18.5	16.2	17 148	13 249	30.3	27.8
Union européenne	29 178	23 850	17.4	15.2	16 185	12 540	28.6	26.4
Communauté d'États indépendants (Europe)	350	332	0.2	0.2	151	97	0.3	0.2
Europe centrale et orientale et autres pays européens	2 120	1 708	1.3	1.1	1 203	958	2.1	2.0
Afrique	151	134	0.1	0.1	47	48	0.1	0.1
Afrique du Sud	124	92	0.1	0.1	38	37	0.1	0.1
Autres pays subsahariens (à l'exception de l'Afrique du Sud)	15	16	0.0	0.0	3	3	0.0	0.0
États arabes d'Afrique	12	26	0.0	0.0	6	9	0.0	0.0
Asie	47 512	50 313	28.4	32.1	15 463	15 197	27.3	31.9
Japon	35 360	33 572	21.1	21.4	14 085	13 264	24.9	27.9
Chine	5 935	7 362	3.5	4.7	160	259	0.3	0.5
Israël	1 151	1 248	0.7	0.8	476	411	0.8	0.9
Inde	323	741	0.2	0.5	58	96	0.1	0.2
Communauté d'États indépendants (Asie)	6	9	0.0	0.0	3	1	0.0	0.0
Nouveaux pays industrialisés d'Asie	4 740	7 465	2.8	4.8	689	1 173	1.2	2.5
États arabes d'Asie	46	58	0.0	0.0	15	18	0.0	0.0
Autres pays d'Asie (à l'exception du Japon, de la Chine, d'Israël et de l'Inde)	80	48	0.0	0.0	19	18	0.0	0.0
Océanie	1 139	1 516	0.7	1.0	549	834	1.0	1.8
Autres groupes								
États arabes, ensemble	56	84	0.0	0.1	20	27	0.0	0.1
Communauté d'États indépendants, ensemble	356	340	0.2	0.2	154	98	0.3	0.2
OCDE	159 320	147 240	95.2	94.0	55 863	46 855	98.6	98.5
Association européenne de libre-échange	2 064	1 640	1.2	1.0	1 180	935	2.1	2.0
Afrique subsaharienne (Afrique du Sud comprise)	139	108	0.1	0.1	41	39	0.1	0.1
Pays (sélection)								
Argentine	59	56	0.0	0.0	12	17	0.0	0.0
Brésil	134	124	0.1	0.1	46	46	0.1	0.1
Canada	3 895	3 806	2.3	2.4	962	830	1.7	1.7
Cuba	9	3	0.0	0.0	5	0	0.0	0.0
Égypte	8	22	0.0	0.0	3	4	0.0	0.0
France	4 507	3 631	2.7	2.3	2 833	2 208	5.0	4.6
Allemagne	12 258	9 713	7.3	6.2	6 515	4 947	11.5	10.4
Iran (République islamique d')	11	7	0.0	0.0	1	3	0.0	0.0
Mexique	134	81	0.1	0.1	26	16	0.0	0.0
République de Corée	3 868	6 424	2.3	4.1	523	1 037	0.9	2.2
Fédération de Russie	346	286	0.2	0.2	149	84	0.3	0.2
Turquie	21	32	0.0	0.0	9	10	0.0	0.0
Royaume-Uni	4 506	4 007	2.7	2.6	2 441	2 033	4.3	4.3
États-Unis d'Amérique	88 999	81 811	53.2	52.2	25 034	19 883	44.2	41.8

* Les données pour 2006 sont incomplètes et doivent être interprétées avec prudence.

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

Source : Données du United States patent and Trademark Office (USPTO) et de l'OCDE, compilées pour l'UNESCO par l'Observatoire des sciences et des techniques (Canada).

RAPPORT DE L'UNESCO SUR LA SCIENCE 2010

chez les consommateurs en sortant environ tous les six mois des versions plus élaborées de leurs produits. Cette stratégie est aussi une façon de tenir tête à la concurrence, où qu'elle soit. Voilà pourquoi les brevets, qui avaient auparavant une validité économique de plusieurs années, ont désormais une durée de vie plus courte. Développer de nouveaux produits et enregistrer de nouveaux brevets environ tous les six mois exige beaucoup d'efforts et d'argent, ce qui contraint les entreprises à innover à un rythme effréné. Avec la récession mondiale, les entreprises ont de plus en plus de mal à maintenir ce rythme.

Appropriation des connaissances contre diffusion des connaissances

Examinons à présent une autre variable, à l'opposé des brevets : le nombre d'utilisateurs d'Internet. Cette variable devrait nous permettre d'évaluer si un accès plus facile à l'information et au savoir a permis une diffusion plus rapide des S&T. Les données sur l'usage d'Internet qui figurent au Tableau 5 dépeignent une situation bien différente de celle des brevets. On constate que les pays BRIC et de nombreux pays en développement rattrapent rapidement les États-Unis, le Japon et les grands pays européens. Cela montre le rôle essentiel joué par les communications numériques, comme l'Internet, dans la diffusion mondiale de la S&T et, plus largement, dans la génération du savoir. La diffusion rapide d'Internet dans le Sud représente l'une des tendances les plus prometteuses de ce millénaire, car elle va vraisemblablement harmoniser à terme l'accès à la S&T.

Une perspective systémique sur la congruence des indicateurs de S&T

La notion de système national d'innovation a été inventée par le regretté Christopher Freeman à la fin des années 1980 pour décrire la congruence de grande ampleur à l'œuvre dans la société japonaise, entre toutes sortes de réseaux institutionnels, à la fois dans les « secteurs public et privé qui, par leurs activités et interactions, lancent, importent, modifient et diffusent de nouvelles technologies » (Freeman, 1987). La série d'indicateurs mentionnés ci-dessus met en lumière certaines caractéristiques du système national d'innovation de chaque pays. Il ne faut pas oublier malgré tout que les indicateurs de la science, de la technologie et de l'innovation (STI) qui étaient pertinents dans le passé le sont peut-être moins aujourd'hui et peuvent même s'avérer trompeurs (Freeman et Soete, 2009). Les pays en développement ne devraient pas se contenter d'adopter des indicateurs de STI élaborés par et pour les pays de l'OCDE, mais devraient développer plutôt leurs propres indicateurs (Tijssen et Hollands, 2006). L'Afrique met actuellement en œuvre un projet qui vise à élaborer, adopter et utiliser des indicateurs communs pour évaluer le développement des S&T à l'échelle

du continent grâce à la publication périodique d'un *African Innovation Outlook (Panorama de l'innovation en Afrique)*.

Tableau 5 : Usagers de l'Internet pour 100 habitants en 2002 et 2008

	2002	2008
Monde	10.77	23.69
Pays développés	37.99	62.09
Pays en développement	5.03	17.41
Pays les moins avancés	0.26	2.06
Amériques	27.68	45.50
Amérique du Nord	59.06	74.14
Amérique latine et Caraïbes	8.63	28.34
Europe	24.95	52.59
Union européenne	35.29	64.58
Communauté d'États indépendants (Europe)	3.83	29.77
Europe centrale et orientale et autres pays européens	18.28	40.40
Afrique	1.20	8.14
Afrique du Sud	6.71	8.43
Autres pays subsahariens (à l'exception de l'Afrique du Sud)	0.52	5.68
États arabes d'Afrique	2.11	16.61
Asie	5.79	16.41
Japon	46.59	71.42
Chine	4.60	22.28
Israël	17.76	49.64
Inde	1.54	4.38
Communauté d'États indépendants (Asie)	1.72	12.30
Pays nouvellement industrialisés d'Asie	15.05	23.47
États arabes d'Asie	4.05	15.93
Autres pays d'Asie (à l'exception du Japon, de la Chine, d'Israël et de l'Inde)	2.19	11.51
Océanie	43.62	54.04
Autres groupes		
États arabes, ensemble	2.81	16.35
Communauté d'États indépendants, ensemble	3.28	24.97
OCDE	42.25	64.03
Association européenne de libre-échange	66.08	78.17
Afrique subsaharienne (Afrique du Sud comprise)	0.94	5.86
Pays (sélection)		
Argentine	10.88	28.11
Brésil	9.15	37.52
Canada	61.59	75.53
Cuba	3.77	12.94
Égypte	2.72	16.65
France	30.18	70.68
Allemagne	48.82	77.91
Iran (République islamique d')	4.63	31.37
Mexique	10.50	21.43
République de Corée	59.80	81.00
Fédération de Russie	4.13	32.11
Turquie	11.38	34.37
Royaume-Uni	56.48	78.39
États-Unis d'Amérique	58.79	74.00

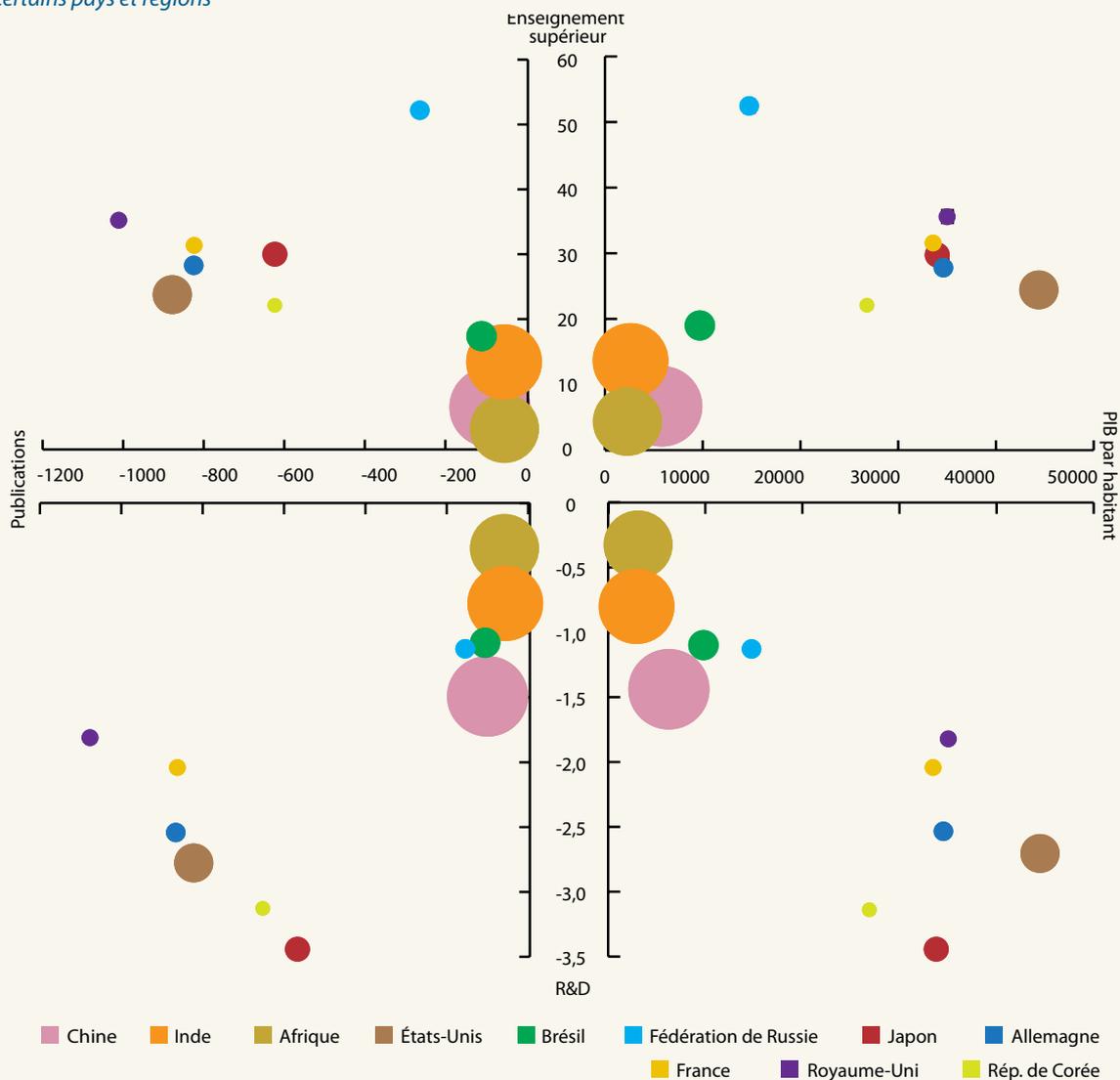
Source : Base de données de l'Union internationale des télécommunications sur les TIC (juin 2010) et estimations de l'Institut de statistique de l'UNESCO ; *Perspectives démographiques mondiales : la vision de 2008*, Département des affaires économiques et sociales de l'ONU (2009).

Le rôle croissant du savoir dans l'économie mondiale

La Figure 5 illustre visuellement, en croisant quatre indicateurs, les différentes orientations des systèmes nationaux d'innovation des pays. À première vue, le système américain semble le plus équilibré : les cercles qui lui correspondent apparaissent systématiquement au centre du schéma. Cependant, sa position est faible en ce qui concerne le capital humain, et se démarque de la tendance des autres pays très développés : 24,5 % seulement de la population des États-Unis est titulaire d'un diplôme de l'enseignement supérieur, contre environ 30 % en France, en Allemagne ou au Japon. On aurait

pu attendre de meilleurs résultats de la part des États-Unis sur l'axe de l'enseignement supérieur, compte tenu de leurs résultats pour les indicateurs des autres axes. Il est vrai que plusieurs universités américaines sont parmi les meilleures du monde, mais des classements comme celui de l'Université Jiao Tong de Shanghai mettent davantage l'accent sur les résultats de la recherche que sur la qualité de l'enseignement. En somme, les États-Unis comptent sur l'afflux des chercheurs étrangers et d'autres personnels hautement qualifiés pour tirer leur économie vers le haut.

Figure 5 : Correspondance systémique entre indicateurs clés de la S&T
Certains pays et régions



Note : La dimension des disques traduit la taille de la population pour chaque pays ou région à l'étude.

Source : UNU-MERIT, d'après des données de l'Institut de statistique de l'UNESCO et de la Banque mondiale.

RAPPORT DE L'UNESCO SUR LA SCIENCE 2010

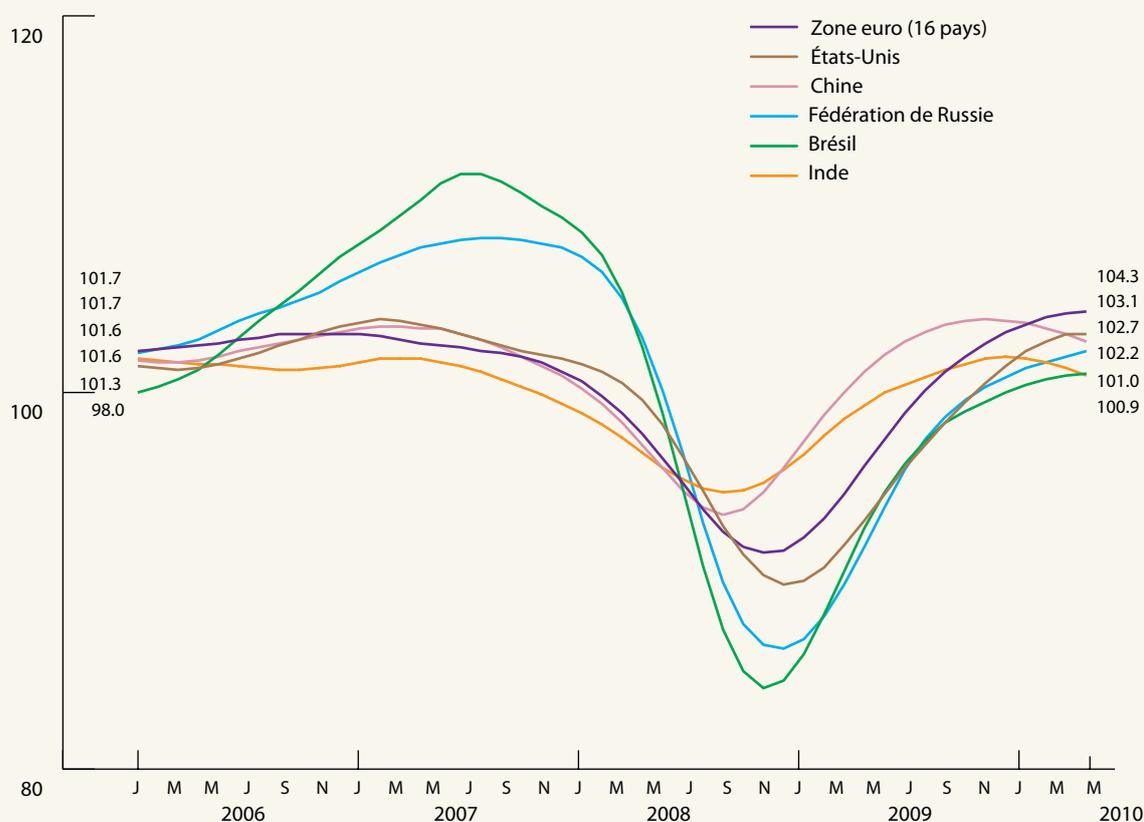
Le Japon est en retrait, il s'est laissé distancer par d'autres pays hautement développés en matière de publications scientifiques et de PIB par habitant. Son système d'innovation accuse des faiblesses dès lors qu'il s'agit de transformer en richesse scientifique et économique les investissements massifs du pays dans le capital humain de recherche et dans la R&D. Le Royaume-Uni souffre exactement du problème inverse : ses performances en matière de publications scientifiques et de production de richesse économique dépassent largement son investissement dans le capital humain de recherche et dans la R&D. Quant à la Russie, elle brille par ses investissements dans le capital humain, mais échoue sur tous les autres critères. D'une manière générale, la Chine en est encore au stade du rattrapage : ses lourds investissements en R&D n'ont pas encore porté leurs fruits et, bien sûr, sa structure économique repose encore largement sur des activités à faible valeur ajoutée technologique.

Les choix nationaux qui apparaissent sur la Figure 5 montrent également certaines répercussions sur les pays de la migration internationale des chercheurs et, plus largement, du capital humain. La forte émigration à partir d'un pays comme la Russie et l'immigration importante vers les États-Unis ne sont pas surprenantes quand on considère les caractéristiques actuelles de leurs systèmes d'innovation respectifs.

LA RÉCESSION ÉCONOMIQUE MONDIALE NUIT-ELLE À LA CRÉATION DU SAVOIR ?

Il est probable que la récession mondiale ait eu, à l'échelle mondiale, un sérieux impact sur l'investissement dans le savoir. De nombreux indicateurs du savoir établis pour 2007

Figure 6 : Production industrielle dans les BRIC, aux États-Unis et dans la zone euro, 2006-2010



Source : OCDE, Indicateurs composites avancés (série dont l'amplitude a été normalisée) : <http://stats.oecd.org/Index.aspx?DatasetCode=MEI-CLI>.

Le rôle croissant du savoir dans l'économie mondiale

et antérieurement ont pu souffrir de cette conjoncture et n'étaient donc plus en mesure de prévoir de manière fiable la situation en 2009 ou 2010. Les budgets de R&D, en particulier, font souvent l'objet de réductions en temps de crise. Les brevets et les publications seront à leur tour touchés par la baisse des dépenses de R&D, mais l'effet s'en fera sans doute sentir sur le plus long terme et affectera moins directement la production scientifique, en raison de l'effet retard qui amortit les fluctuations brusques. Quant à l'éducation de la population active, il s'agit d'un secteur généralement moins exposé aux variations à court terme. Il existe quelques indicateurs à court terme susceptibles de nous éclairer sur l'impact de la récession jusqu'à présent. Nous utiliserons ici l'indicateur composite avancé de l'OCDE (CLI), qui est disponible presque immédiatement. Cet indicateur utilise des données mensuelles (redressées) sur la production industrielle comme indicateur indirect de l'activité économique. Il s'agit d'un indicateur précurseur, car la production industrielle se relève au début d'un cycle économique. Toute inflexion du CLI laisse présager une inflexion du cycle conjoncturel dans les 6 à 9 mois qui suivent. La Chine a connu un tel changement dès novembre 2008 et donc, comme prévu, une reprise du cycle conjoncturel entre mai et août 2009. La lecture de la Figure 6 montre que le Brésil se situait en 2007 à 10 % au-dessus de son niveau de production industrielle à long terme, avant de tomber brutalement à environ 85 % de cette valeur en janvier 2009. La production industrielle de l'Inde et de la zone euro a seulement trébuché, baissant d'environ 103 % à 90 %. On s'attend à une reprise assez forte pour élever le niveau de production industrielle au-dessus de son niveau tendanciel à long terme. Toutefois, les données de ces derniers mois (juin 2010) révèlent un ralentissement du rythme de la reprise, ce qui suscite des inquiétudes quant à l'éventualité d'une rechute.

On peut dire, pour résumer, que les premiers signes de reprise sont apparus entre octobre 2008 et mars 2009. C'est en Asie, en général, et en Chine, en particulier, que la reprise s'est manifestée en premier. Il est peu probable que les dépenses de R&D de la Chine aient souffert de la récession économique mondiale, car la production industrielle a chuté seulement de 7 % en deçà de son niveau tendanciel à long terme et sur une période relativement courte. De plus, d'après des recoupements d'informations sur les entreprises fournies par le tableau de bord des investissements en R&D de l'UE en 2009, on voit que les efforts de la Chine en matière de R&D ont en fait augmenté en 2008, du moins dans le domaine des télécommunications. Rien ne laisse présager que 2009 et 2010 seront très différentes, car l'économie chinoise a progressé de plus de 7 %, même en 2007 et 2008. Pour le Brésil et l'Inde, en revanche, il est probable que leurs efforts en R&D subiront

globalement des contraintes en 2008 et 2009, en raison du niveau relativement bas de leur production industrielle sur une longue période. Celle-ci est en effet restée en deçà de son niveau tendanciel à long terme entre juillet 2008 et mars 2010. Sur une note plus optimiste, ces pays ont rattrapé les pays développés en termes de DIRD depuis plusieurs années maintenant. Il faut donc s'attendre davantage à une légère baisse du volume de la R&D qu'à un recul significatif. Quant aux grandes entreprises mondiales les plus dynamiques en matière de R&D, des recoupements d'informations révèlent que celles qui ont dépensé le plus dans ce domaine aux États-Unis ont réduit leur budget de R&D entre 5 et 25 % en 2009, et qu'une minorité d'entre elles les ont augmentées entre 6 et 19 %. Il est cependant probable que les États-Unis et l'UE maintiendront leur investissement en R&D à son niveau approximatif de 2007. Cela signifie que le PIB et les coûts de la R&D diminueront dans la même proportion, ce qui maintiendra le ratio DIRD/PIB à un niveau plus ou moins constant en 2009-2010 (Battelle, 2009).

ÉTUDES PAR PAYS ET RÉGIONS

Le choix des pays et des régions du *Rapport de l'UNESCO sur la science 2010* reflète bien le caractère hétérogène des S&T dans le monde, avec les nations hautement développées de l'OCDE, les quatre grands pays émergents du BRIC, et un grand nombre de pays en développement qui jouent un rôle croissant dans l'effort mondial de recherche. Nous présentons ici un résumé des conclusions les plus significatives des études par pays et régions figurant dans les chapitres 2 à 21 du rapport.

Aux **États-Unis d'Amérique** (chapitre 2), la R&D est prospère depuis cinq ans et continue à être une priorité absolue du gouvernement. Par exemple, le financement de la National Science Foundation a doublé en 2007 à l'initiative de l'administration Bush et est appelé à doubler de nouveau sous l'administration Obama. Bien que la récession issue de la crise des « subprimes » ait durement touché l'économie en 2009 et 2010, les universités et les centres de recherche ont continué à recevoir des financements généreux à partir de fonds publics et de dotations privées, ainsi que de fonds industriels. Bien que l'administration Obama ait prévu un seul investissement de grande envergure dans la STI, qui a profité à la R&D dans le cadre du deuxième plan de relance vers la fin 2009, toute nouvelle augmentation dans le financement fédéral risque désormais d'être contrebalancée par une baisse de financement de la part des gouvernements des États et des fonds privés. Malgré cela, l'administration Obama a pris l'engagement important d'augmenter la DIRD de 2,7 % à

RAPPORT DE L'UNESCO SUR LA SCIENCE 2010

3 % du PIB. L'administration met l'accent sur la R&D dans le domaine de l'énergie, et en particulier de l'énergie propre. Contrairement à la recherche publique, la R&D industrielle semble avoir été mise à rude épreuve par la récession, et un grand nombre de chercheurs ont été mis à pied. Les industries pharmaceutiques, parmi les plus dépensières en R&D, ont été durement touchées par la récession. Le chapitre pertinent note qu'en fait l'industrie pharmaceutique montrait déjà des signes d'essoufflement avant la récession, car malgré d'énormes investissements en R&D, peu de médicaments « vedette » étaient sortis récemment.

Le système universitaire américain reste en tête dans le monde dans le domaine de recherche : en 2006, 44 % de tous les articles de S&T publiés dans des revues indexées au SCI comprenaient au moins un auteur basé aux États-Unis. En outre, dix-neuf des vingt-cinq premiers établissements sur la liste 2008 de l'Institut de l'enseignement supérieur de l'Université Jiao Tong de Shanghai étaient aux États-Unis.

Le **Canada** (chapitre 3) a été moins touché par la récession économique mondiale que les États-Unis ou l'Europe, grâce à son système bancaire solide et à un marché de l'immobilier qui s'est gardé de la plupart des excès de son voisin. En outre, un taux d'inflation bas, associé aux revenus produits par les abondantes ressources naturelles du Canada, a atténué l'impact de la récession mondiale sur l'économie du pays.

En mars 2010, le gouvernement fédéral s'est engagé à investir dans une série de nouvelles mesures en faveur de la recherche pour la période 2010-2011. Il s'agit notamment de bourses postdoctorales, ainsi que plus généralement le financement de la recherche pour les conseils subventionnaires et les pôles régionaux d'innovation. Une part considérable de ces financements va à la recherche en physique nucléaire et en physique des particules, ainsi qu'à la technologie des satellites de la prochaine génération. Avec les États-Unis à sa porte, le Canada ne peut pas se permettre de relâcher ses efforts.

Son investissement soutenu dans la R&D semble porter ses fruits : entre 2002 et 2008, le nombre de publications scientifiques canadiennes dans le SCI a augmenté de près de 14 000. Toutefois, même si le Canada peut se prévaloir d'un secteur universitaire dynamique et de financements publics généreux en faveur des STI et de la R&D, de nombreuses entreprises n'ont pas encore acquis une culture de « création du savoir ». Le problème de productivité du Canada est d'abord et avant tout un problème d'innovation en entreprise. Et si les résultats de la R&D des entreprises sont médiocres c'est que la recherche universitaire apparaît souvent comme un substitut à la R&D industrielle.

Le gouvernement fédéral a entrepris récemment de favoriser les partenariats public-privé grâce à deux initiatives réussies : un accord entre le gouvernement fédéral et l'Association des universités et collèges canadiens, qui vise à doubler le volume de la recherche et tripler le nombre de résultats de la recherche qui sont commercialisés ; et le Réseau de centres d'excellence, qui en compte à présent dix-sept à travers le pays.

Le chapitre 4 sur l'**Amérique latine** révèle la persistance d'un écart de revenu important entre riches et pauvres sur l'ensemble du continent. Les politiques de STI pourraient jouer un rôle clé pour réduire ces inégalités. Cependant, il s'avère difficile d'établir un lien entre les politiques de STI d'une part et les politiques sociales de l'autre. Les conditions structurelles présentes avant la récession mondiale étaient particulièrement propices à la réforme, car elles associaient à la stabilité politique la plus longue période de croissance économique forte (2002-2008) que la région ait connue depuis 1980, grâce au développement exceptionnel du marché mondial des matières premières.

Plusieurs pays latino-américains, en particulier l'Argentine, le Brésil et le Chili, ont mis en œuvre une série de mesures en faveur de l'innovation. Cependant, bien qu'il existe environ trente sortes d'instruments politiques de STI en vigueur dans la région, les systèmes nationaux d'innovation restent faibles. C'est le cas même chez les plus ardents promoteurs des politiques de STI que sont le Brésil et le Chili. Le principal obstacle est l'absence de liens entre les différents acteurs de chaque système d'innovation national. Par exemple, même si le secteur universitaire local produit une recherche de qualité, celle-ci aura peu de chances d'être récupérée et utilisée par le secteur productif local. Plus généralement, l'investissement dans la R&D demeure faible et les bureaucraties inefficaces. La formation et la création d'une masse critique de personnel hautement qualifié sont devenues urgentes.

La récession économique a engendré une crise de l'emploi susceptible d'aggraver la pauvreté dans la région et donc d'accroître encore la tension entre politiques de STI et spécialisation d'une part, et réduction de la pauvreté et politiques sociales, d'autre part.

Le **Brésil** (chapitre 5) a connu un essor économique important au cours des années qui ont précédé la récession mondiale. Une économie aussi saine devrait en principe favoriser l'investissement des entreprises. Mais le nombre des brevets reste bas et les activités de R&D dans le secteur des affaires stagnent, abandonnant au secteur public la majorité des efforts de financement (55 %). En outre, la plupart des chercheurs sont des universitaires (63 %) et l'économie

Le rôle croissant du savoir dans l'économie mondiale

brésilienne souffre de plus en plus d'une pénurie de diplômés de niveau doctorat. La répartition des chercheurs dans le pays est par ailleurs inégale, la production nationale étant dominée par un petit nombre de grandes universités.

Conscient de ce problème, le gouvernement fédéral a adopté en 2007 un *Plan d'action en science, technologie et innovation pour le développement du Brésil (2007-2010)* qui vise à augmenter les dépenses de R&D de 1,07 % du PIB en 2007 à 1,5 % du PIB en 2010. Son autre objectif est d'augmenter le nombre de bourses universitaires d'études et de recherche à l'intention des étudiants et chercheurs, pour passer de 102 000 bourses en 2007 à 170 000 d'ici à 2011. L'un des principaux objectifs poursuivis est la création d'un environnement favorable à l'innovation dans les entreprises, grâce au renforcement des politiques industrielles et technologiques et des politiques d'exportation et à l'augmentation du nombre de chercheurs dans le secteur privé, ainsi que du nombre de pépinières d'entreprises et de technopoles.

Cuba (chapitre 6) est une étude de cas particulièrement intéressante. Le développement humain de Cuba est l'un des plus élevés de la région : il se situe au même niveau que celui du Mexique. Pourtant, le montant des dépenses de S&T est tombé en dessous de la moyenne régionale, en raison d'un léger fléchissement de l'investissement de Cuba et surtout de l'engagement croissant de l'Amérique latine en S&T. Le financement des entreprises a diminué de moitié ces dernières années à Cuba, s'élevant à seulement 18 % de la DIRD.

Le taux de scolarisation dans l'enseignement supérieur est considérable, car le nombre des étudiants inscrits en première année a doublé entre 2004-2005 et 2007-2008, en grande partie grâce à une forte augmentation du nombre des étudiants en médecine. De plus, 53,5 % des professionnels des S&T étaient des femmes en 2008. De nombreux professionnels des STI travaillent dans les instituts de recherche publique du pays : pourtant, seul un petit nombre de chercheurs apparaît parmi le personnel de R&D (7 %), ce qui est troublant.

La stratégie de recherche de Cuba est axée sur un certain nombre de « Programmes nationaux de recherche en science et technologie ». Un programme récent, consacré aux TIC, a réussi à améliorer l'accès à Internet, passant de 2 % de la population en 2006 à près de 12 % un an plus tard. Bien que Cuba soit connue pour le développement et la production de produits pharmaceutiques, d'autres priorités apparaissent, parmi lesquelles la R&D dans le domaine de l'énergie, et le suivi et la mitigation des catastrophes, compte tenu des risques engendrés par le changement climatique : ouragans de plus en plus violents, sécheresses, blanchiment

corallien et inondations. Cuba a commencé à moderniser ses infrastructures de recherche, notamment ses services météorologiques.

Les pays du **Marché commun des Caraïbes** (chapitre 7) ont énormément souffert de la flambée des prix internationaux des denrées alimentaires et des matières premières au cours des dernières années. À titre d'exemple, la Jamaïque a dépensé en 2007 pour ses importations de pétrole plus que la valeur totale de ses exportations. Cette situation a été exacerbée par la récession mondiale, qui a durement frappé le secteur si important de l'industrie touristique. Deux des plus grands pays de la région, la Jamaïque et Trinité-et-Tobago, ont désormais mis en place des plans de développement à long terme (*Vision 2030* et *Vision 2020*, respectivement), qui soulignent l'importance des STI pour le développement. Les dépenses de R&D restent toutefois à un niveau lamentablement bas, et la R&D du secteur privé est moribonde. Seul le secteur de l'enseignement supérieur est en plein essor : deux nouvelles universités ont été créées depuis 2004 sur l'île de Trinité, et l'introduction de la gratuité dans l'enseignement supérieur à Trinité-et-Tobago en 2006 a augmenté les effectifs étudiants du jour au lendemain. Cependant, cette augmentation sensible n'a pas été accompagnée par une augmentation proportionnelle des effectifs universitaires, ce qui a mis la recherche en difficulté. La région fonde beaucoup d'espoir dans la Fondation scientifique des Caraïbes, lancée en septembre 2010, pour revitaliser la R&D.

Comme on le voit dans le chapitre 8 sur l'**Union européenne (UE)**, l'UE est un groupe de pays de plus en plus hétérogène. Bien que les nouveaux États membres rattrapent leur retard économique, le fossé entre les plus riches et les plus pauvres d'entre eux reste large. Mais lorsqu'il s'agit d'innovation, l'hétérogénéité se joue des frontières. Les régions d'un pays ayant obtenu des résultats notables en matière d'innovation apparaissent en pointillés sur la carte de l'UE et ne se limitent pas aux anciens (et plus riches) de ses États membres.

Bien que l'UE soit le chef de file mondial incontesté par le nombre des publications enregistrées au SCI, elle peine à augmenter ses dépenses de R&D et à développer l'innovation. Elle se montre en effet incapable de répondre à la fois aux objectifs de Lisbonne et de Barcelone qui visent à augmenter la DIRD à 3 % du PIB en 2010. Les États membres de l'UE sont également aux prises avec les réformes institutionnelles de leur système universitaire. Le défi est double, car il s'agit à la fois d'améliorer la qualité de la recherche, et de revitaliser les établissements d'enseignement supérieur de l'UE, qui sont insuffisamment financés.

RAPPORT DE L'UNESCO SUR LA SCIENCE 2010

Sur une note plus positive, l'UE se distingue de nombreuses autres régions, en ce qu'elle est prête à reconnaître qu'elle ne peut améliorer ses résultats en matière de STI et de R&D à moins de mettre en commun les capacités de ses États membres. Cette position a entraîné la création d'un certain nombre d'agences et de programmes européens multilatéraux. Parmi eux, de vastes organismes de recherche comme l'Organisation européenne pour la recherche nucléaire (CERN), où les pays collaborent aux Programmes-cadres de l'UE pour le développement de la recherche et de la technologie, ou encore l'initiative technologique conjointe et EUREKA, destinée à favoriser la recherche dans l'industrie. Un certain nombre de nouvelles organisations ont été mises en place par l'UE, ou sont sur le point de l'être, comme la Fondation européenne pour la science et l'Institut européen de l'innovation et de la technologie, ainsi que des agences de financement comme le Conseil européen de la recherche.

Avant que la récession économique mondiale ne les frappe fin 2008, les pays d'**Europe du Sud-Est** (chapitre 9) avaient tous un taux de croissance annuelle moyen d'environ 3 %. Toutefois, la région est particulièrement hétérogène en termes de développement socioéconomique, avec une différence d'un rapport de un à dix entre les pays les plus riches (comme la Grèce et la Slovaquie) et les plus pauvres (Moldavie). Tandis que les pays les plus avancés jouent le jeu de l'UE, en mettant en œuvre des stratégies fortement axées sur l'innovation, les retardataires en sont encore à tenter de concevoir ou de mettre en œuvre un embryon de politique de S&T et d'établir un système de R&D. Deux des plus petits pays en sont évidemment encore à leurs débuts : le Monténégro n'a acquis son indépendance qu'en 2006 et le Kosovo en 2008.

Aujourd'hui, la demande de R&D et de personnel qualifié reste faible dans tous les pays sauf en Slovaquie, en dépit d'un nombre croissant de diplômés de l'enseignement supérieur. Cette absence de demande en R&D a deux raisons : l'une est la petite taille des entreprises et l'autre leur manque de moyens.

Pour les pays de la région qui ne sont pas membres de l'UE, l'intégration européenne est le seul projet viable pour acquérir une cohérence sociale et politique. Sans politiques fortes de STI, la région risque de creuser davantage l'écart qui la sépare du reste de l'Europe.

La **Turquie** (chapitre 10) accorde depuis plusieurs années une place très importante aux politiques de STI. Entre 2003 et 2007, la DIRD a plus que doublé ; les dépôts de brevet et les demandes de subventions pour des brevets ont quant à eux quadruplé entre 2002 et 2007. C'est le secteur privé qui tire la croissance économique depuis 2003.

Un certain nombre de mesures ont été mises en place pour soutenir les STI, comme le projet *Vision 2023* en 2002-2004, le lancement du Turkish Research Area en 2004 et un plan quinquennal ambitieux pour la mise en œuvre de la *Stratégie nationale pour la science et la technologie* (2005-2010). Le *Neuvième Plan de développement* (2007-2013) mise également sur les STI, que la Turquie considère comme une pierre angulaire.

Des problèmes demeurent toutefois. Le projet *Vision 2023*, qui était un exercice de prospective technologique, n'a malheureusement pas donné naissance à des initiatives politiques visant à renforcer les capacités dans des secteurs technologiques prioritaires. En outre, le nombre des chercheurs reste bas et les effectifs étudiants dans l'enseignement supérieur sont inférieurs à ceux d'autres pays à revenu similaire. La Turquie a également un marché de capital-risque sous-développé et un nombre insuffisant d'entreprises à forte croissance. Le gouvernement a pris un certain nombre de mesures pour stimuler la R&D dans le secteur privé, favoriser la collaboration entre l'université et l'industrie, et développer la coopération internationale en R&D. Ces mesures comprennent des incitations fiscales pour les technopôles, qui étaient au nombre de dix-huit en 2008.

La **Fédération de Russie** (chapitre 11) a connu un boom économique au cours des années qui ont précédé la grave récession économique de la fin 2008, grâce au prix élevé du pétrole, à une devise initiale faible et à une forte demande intérieure. La consommation et l'investissement étaient tous deux élevés. Le pays a réagi à la crise en adoptant un plan de redressement de grande ampleur, mais il est à craindre que ce plan renforce la tendance du gouvernement à intervenir directement dans l'économie plutôt qu'il ne favorise les réformes institutionnelles nécessaires à la modernisation, notamment en matière de politiques de STI.

Faute de réformes institutionnelles, le système d'innovation national continuera à souffrir du manque de relations entre les différents acteurs. Il existe en effet à l'heure actuelle peu de coordination entre les ministères, une complexité administrative élevée et peu de relations entre la science, les milieux universitaires et l'industrie. Ces facteurs sont autant d'obstacles à la coopération et à l'innovation. Une caractéristique notable est le déséquilibre entre les résultats du pays en STI et la masse croissante de ressources financières consacrées aux R&D, mais jalousement gardées par les institutions de recherche publiques et donc hors de portée pour l'industrie et les universités. En conséquence, les universités jouent un rôle négligeable dans la création du savoir : elles contribuent seulement à hauteur de 6,7 % de la

Le rôle croissant du savoir dans l'économie mondiale

DIRD, un chiffre stable depuis deux décennies, et seulement une université sur trois fait de la R&D, contre une sur deux en 1995. Les universités privées ne font guère de recherche. Le système de l'enseignement supérieur a fait l'objet d'une vaste réforme ces dernières années avec l'introduction de programmes de licence et de maîtrise, qui coexistent désormais avec le système de diplômes soviétique. En 2009, plus de la moitié du personnel universitaire avait l'équivalent d'un doctorat.

Les politiques de STI devraient permettre une mobilité et une coopération académiques accrues ; elles devraient également jeter les bases d'une modernisation radicale de la formation professionnelle des scientifiques et ingénieurs. Ce dernier point est particulièrement urgent dans un pays où la population de chercheurs est vieillissante : 40 % d'entre eux ont dépassé l'âge officiel de la retraite. Renforcer le soutien à la recherche universitaire est devenu l'une des principales orientations stratégiques des STI et des politiques éducatives en Russie. Depuis 2006, le Projet de priorité nationale pour l'éducation et un programme de suivi ont fourni à chacune des 84 universités considérées comme des centres d'excellence un supplément de 30 millions de dollars pour promouvoir le développement des ressources humaines, une R&D de haute qualité et des projets éducatifs, ainsi que pour l'acquisition d'équipement de recherche.

Aucun pays d'**Asie centrale** (chapitre 12) ne consacre plus de 0,25 % du PIB à la R&D, pas même le Kazakhstan et l'Ouzbékistan, qui ont pourtant les systèmes scientifiques les plus développés. Ces pays pâtissent également du vieillissement de la population de chercheurs de l'ère soviétique » et d'un cadre juridique inadéquat, en partie responsable du faible niveau d'innovation des organisations scientifiques et des entreprises privées.

Parmi les initiatives de la région en matière de politiques de STI figure le programme Nation Intellectuelle 2020 lancé au Kazakhstan en 2009. Il prévoit le développement d'un réseau d'écoles en sciences exactes et naturelles pour les élèves doués et l'augmentation de la DIRD à 2,5 % du PIB en 2020. Le Kazakhstan compte déjà plusieurs technopôles. Le Tadjikistan a également adopté un plan pour les S&T qui couvre la période 2007-2015. Au Turkménistan également, on assiste à une renaissance de la science depuis 2007, après que la recherche ait été quasiment paralysée pendant de nombreuses années sous la présidence précédente. En Ouzbékistan, une mesure phare a consisté à créer un Comité pour la coordination du développement de la science et de la technologie en 2006. Après avoir identifié sept domaines prioritaires pour la R&D, ce comité a invité les universités et les organisations scientifiques

à soumettre des propositions de recherche dans le cadre d'un processus d'appel d'offres ouvert. Fin 2011, quelque 1 098 projets auront été mis en œuvre dans le cadre de vingt-cinq programmes de recherche fondamentale et appliquée et de développement expérimental de grande ampleur.

Le chapitre 13 sur les **États arabes** analyse les raisons pour lesquelles ces États ne disposent pas pour la plupart d'une stratégie ou d'une politique de S&T, bien qu'ils soient tous dotés de politiques sectorielles pour l'agriculture, l'eau, l'énergie, etc. Même là où il existe des stratégies de S&T, il est rare que l'innovation en fasse partie, principalement en raison de la faiblesse des liens entre la R&D publique et privée. Toutefois, Bahreïn, le Maroc, le Qatar, l'Arabie saoudite, la Tunisie et les Émirats Arabes Unis, suivis plus récemment par la Jordanie et l'Égypte, s'attaquent à ce problème en mettant en place des parcs scientifiques.

Des politiques et stratégies de S&T commencent également à voir le jour. L'Arabie saoudite a adopté un plan national de S&T dès 2003 et le Qatar a mis en place en 2006 un plan quinquennal visant à augmenter la DIRD de 0,33 % à 2,8 %. Une stratégie de S&T pour l'ensemble de la région arabe doit être soumise pour adoption au sommet arabe de 2011, ce qui est un autre signe encourageant. Cette politique devrait permettre de résoudre des problèmes importants, en facilitant la mobilité des scientifiques dans la région et en renforçant la recherche grâce à la collaboration avec la vaste communauté des scientifiques arabes expatriés. Elle devrait également proposer des initiatives nationales et panarabes dans environ quatorze secteurs prioritaires, parmi lesquels l'eau, l'alimentation, l'agriculture et l'énergie. Il se pourrait que le plan puisse également recommander le lancement d'un observatoire des S&T arabes en ligne, car avant de mettre en œuvre des mesures au niveau des pays il est essentiel de commencer par identifier certains problèmes auxquels les pays arabes doivent répondre.

La mise en place ces dernières années de fonds visant les STI dans la région est elle aussi prometteuse, avec notamment le Fonds UE-Égypte de 2008 pour l'innovation et deux fonds nationaux : la Fondation Mohammed bin Rashid Al Maktoum aux Émirats Arabes Unis (2007) et le Fonds pour la science du Moyen-Orient en Jordanie (2009).

Le chapitre 14 sur l'**Afrique subsaharienne** montre qu'un nombre croissant de pays africains prennent des initiatives pour renforcer leur capacité en S&T dans le cadre de leurs stratégies de lutte contre la pauvreté. Pour la seule année 2008, quatorze pays ont fait appel à l'aide de l'UNESCO pour analyser leur politique scientifique. Bien que le PIB par habitant ait augmenté dans la plupart des pays africains entre 2002 et

RAPPORT DE L'UNESCO SUR LA SCIENCE 2010

2008, il reste faible à l'échelle mondiale, ce qui a un impact sur les investissements en matière de STI. En outre, la DIRD attire moins les fonds publics que les secteurs militaire, sanitaire ou éducatif. L'Afrique du Sud est le seul pays dont le volume de R&D frôle la barre des 1 % (0,93 % en 2007).

L'Afrique du Sud domine également dans le domaine des publications scientifiques ; elle compte pour 46,4 % de la part du sous-continent, loin devant les deux pays suivants les plus prolifiques, le Nigéria (11,4 %) et le Kenya (6,6 %). Il est à noter que le nombre d'articles recensés dans le SCL a progressé pour tous les pays d'Afrique subsaharienne, même si seulement dix-sept d'entre eux parvenaient à totaliser plus de cent articles dans cette base de données en 2008.

Le faible taux d'alphabétisation et la piètre qualité de l'éducation sont deux problèmes majeurs, bien que les taux d'alphabétisation et de scolarisation aient augmenté ces dix dernières années. L'Union africaine s'est attelée à ce problème en publiant un *Plan d'action pour la deuxième Décennie de l'éducation pour l'Afrique* en 2006. La fuite des cerveaux est un autre problème grave : au moins un tiers des chercheurs africains vivaient et travaillaient à l'étranger en 2009. Un nombre croissant de pays attaquent le problème à la racine en augmentant le salaire des universitaires et en adoptant d'autres mesures incitatives. Le Cameroun a ainsi utilisé une partie de l'annulation de sa dette afin de créer début 2009 un fonds permanent grâce auquel il a triplé les salaires des universitaires du jour au lendemain. Le nombre d'universitaires semble avoir déjà augmenté d'environ un tiers et le volume d'articles scientifiques produits par les universités d'État a également augmenté.

Cinq ans après l'adoption du *Plan d'action consolidé pour la science et la technologie en Afrique* (CPA), qui couvre la période 2008-2013, la recherche a progressé dans le domaine des biosciences et des sciences de l'eau, et la sortie de la première série de statistiques panafricaines de R&D est prévue en 2010.

Certains milieux ont cependant exprimé leurs préoccupations quant au rythme des progrès. Le CPA est censé fonctionner comme un cadre permettant de canaliser davantage de fonds pour les S&T à travers le continent, mais cinq ans plus tard, le mécanisme envisagé à cette fin tarde à faire ses preuves.

L'Asie du Sud (chapitre 15) a connu des taux de croissance raisonnables au cours des dernières années et n'a pas trop souffert de la récession mondiale, à l'exception notable du Pakistan qui a vu son taux de croissance tomber de 6,8 % en 2007 à 2,7 % en 2009. Le Pakistan est le pays qui dépense le plus pour la R&D (0,67 % du PIB en 2007), les technologies de

l'information et l'enseignement supérieur, compte tenu du fait que l'Inde et l'Iran ne figuraient pas parmi les pays étudiés. Cependant, la plus grande partie des fonds de la R&D du Pakistan est consommée par le secteur militaire (60 %).

La région souffre d'un manque d'investissement en STI. En outre, les relations entre acteurs publics et privés sont rares et il n'existe aucune collaboration proprement dite entre l'université et l'industrie. Il apparaît dans ce chapitre que le Pakistan, le Bangladesh et le Sri Lanka sont dans l'ensemble meilleurs lorsqu'il s'agit de produire des connaissances de base que de les commercialiser. Il sera intéressant de suivre le parcours de l'Institut de nanotechnologie Sri Lanka, créé en 2008 par une joint-venture associant la National Science Foundation et plusieurs géants industriels du pays, comme Brindix, Dialogue et Hayleys. Ce nouvel institut affirme adopter « une approche axée sur l'industrie ».

En plus de l'absence d'innovation, l'Asie du Sud souffre d'un faible niveau d'alphabétisation et d'éducation. Les gouvernements doivent résoudre un double problème : élargir l'accès à l'éducation tout en veillant à ce que le système éducatif soit utile à l'économie nationale. Ils ont conscience de l'ampleur de la tâche : l'Afghanistan, le Bangladesh, le Pakistan et le Sri Lanka en sont à des stades différents de la réforme de leur enseignement supérieur. Ils peuvent heureusement s'appuyer sur plusieurs institutions universitaires de haute qualité dans la région.

L'Iran (chapitre 16) est largement dépendant de son industrie pétrolière, qui représente actuellement les quatre cinquièmes de son PIB. Cette situation pèse lourdement sur les politiques de STI du pays, car celles-ci ne sont pas une priorité pour produire la prospérité future. Avec une recherche financée en grande partie (73 %) par les deniers publics et un gouvernement interventionniste qui a ses propres priorités, la R&D tend à se concentrer sur les technologies nucléaires, les nanotechnologies, le lancement de satellites et la recherche sur les cellules souches. La recherche sur les politiques aborde peu les problèmes nationaux et reste coupée des réalités socioéconomiques.

Le document le plus récent sur la stratégie de l'Iran en matière de S&T figure dans le *Quatrième plan de développement* (2005-2009). Il se concentre avant tout sur l'amélioration du système universitaire à un moment de forte demande d'enseignement supérieur : 81 000 étudiants diplômés en 2009, contre 10 000 neuf ans plus tôt.

L'Inde (chapitre 17) est, avec la Chine, l'une des économies qui connaît la croissance la plus rapide au monde. Relativement

Le rôle croissant du savoir dans l'économie mondiale

épargnée par la récession mondiale, elle poursuit sur sa lancée. Les investissements privés en R&D ont connu une hausse au cours des dernières années, la plupart des nouvelles entreprises relevant de secteurs à forte concentration de connaissances. Un nombre croissant d'entreprises étrangères implantent également des centres de R&D sur le sol indien. La plupart de ces centres étrangers se concentrent sur les TIC. L'Inde est devenue en fait le premier exportateur mondial de services informatiques. Les exportations du secteur aéronautique augmentent également de 74 % par an. Dans le même temps, de grandes entreprises indiennes comme Tata, à la recherche de technologies, ont investi dans des entreprises de pointe à l'étranger.

En 2003, le gouvernement a pris l'engagement d'augmenter le budget total de la recherche, de 0,8 % à 2 % du PIB d'ici à 2007. Bien que la DIRD n'ait atteint que 0,88 % du PIB en 2008, cette annonce a envoyé un signal clair sur la priorité accordée par les politiques publiques à la R&D. Le *Onzième Plan quinquennal*, qui s'achève en 2012, met en outre l'accent sur l'innovation et prévoit surtout un investissement massif dans les STI en augmentant son budget de 220 %.

Le secteur public et le secteur privé indien accordent une importance croissante au « I » des STI. L'adoption par l'Inde en 2005 d'une nouvelle loi sur les brevets, qui met le pays en conformité avec l'ADPIC, n'a pas entraîné l'effondrement de l'industrie pharmaceutique indienne, contrairement à certaines prédictions. L'industrie pharmaceutique est prospère, même si la domination des entreprises étrangères dans le domaine des brevets continue à lui faire de l'ombre. Un autre problème est le flux constant de personnes hautement qualifiées qui quittent l'Inde ou ses entreprises nationales, incapables de rivaliser avec leurs concurrentes étrangères installées sur le sol indien, du point de vue des avantages offerts. Toutefois, le principal défi que doit relever le pays réside dans l'amélioration de la qualité et de la quantité de son personnel de S&T. La décision du gouvernement central de créer trente universités dans tout le pays, dont quatorze de classe mondiale consacrées à l'innovation, augure bien de l'avenir.

Le développement économique de la **Chine** (chapitre 18) a fait de grands progrès au cours de la dernière décennie, et maintient des taux de croissance notablement élevés. En août 2010, la Chine a même supplanté le Japon, devenant la deuxième économie du monde. Son volume de R&D a été multiplié par six. Aujourd'hui, seuls les États-Unis publient davantage d'articles scientifiques, bien que l'impact des articles chinois dans le SCI reste bien inférieur à celui de la Triade, la Chine se plaçant juste derrière la République de

Corée et sur un pied d'égalité avec l'Inde pour le nombre d'articles scientifiques cités.

Le gouvernement a pris au cours des quatre dernières années un certain nombre de mesures importantes pour maintenir un taux de croissance élevé et faire de la Chine une nation fondée sur l'innovation d'ici à 2020, l'objectif ambitieux du *Plan général à moyen et long terme pour le développement national de la science et de la technologie* adopté en 2005. Les principaux dispositifs incitent les entreprises à investir davantage dans l'innovation, et les chercheurs chinois de l'étranger à rentrer au pays. Le gouvernement envisage également de recruter 2 000 experts étrangers au cours des 5 à 10 ans à venir, pour travailler dans les laboratoires nationaux, les grandes entreprises et instituts de recherche et un certain nombre d'universités. Un autre objectif est d'accroître le ratio DIRD/PIB de 1,5 % à 2,5 % à l'horizon 2020. Parallèlement, le *Onzième Plan quinquennal*, qui s'achève en 2010, développe les infrastructures de STI à un rythme effréné, et prévoit notamment la création de douze très grandes infrastructures nouvelles et trois cents laboratoires nationaux de pointe. Autre priorité, l'environnement. Dans le cadre de la stratégie de réduction de la consommation d'énergie et des émissions des principaux polluants, le gouvernement prévoit que les sources d'énergie non fossiles représenteront 15 % de la consommation énergétique d'ici à 2020.

Aujourd'hui, les principaux obstacles à l'innovation sont les risques que la croissance rapide de l'innovation fait prendre aux entreprises, le manque de soutien à l'innovation et à l'exploration systémiques et la faible demande du marché en matière d'innovation.

Le **Japon** (chapitre 19) a été durement touché par la récession mondiale en 2008. Après avoir stagné autour de 2 % entre 2002 et 2007, la croissance du PIB est descendue sous la barre de 0 %, plongeant les grandes entreprises dans le désarroi et provoquant des faillites et une forte augmentation du taux de chômage.

Les constructeurs japonais ont une tradition d'excellence qui les porte à améliorer constamment les processus de production de leurs entreprises et à accumuler un savoir-faire productif pour atteindre leur objectif ultime : des produits de haute qualité à prix compétitifs. Ce modèle japonais perd toutefois progressivement son efficacité dans de nombreux domaines industriels, car la Chine, la République de Corée et d'autres pays ayant une main-d'œuvre à bon marché lui mènent une concurrence acharnée. Compte tenu de cette conjoncture, les constructeurs japonais se sont convaincus

RAPPORT DE L'UNESCO SUR LA SCIENCE 2010

qu'une innovation sans relâche était la condition de leur survie sur le marché mondial.

Une conséquence de ce nouvel état d'esprit a été le développement rapide de la collaboration entre l'université et l'industrie au cours des dernières années, qui a provoqué la création de nombreuses start-up universitaires. Parallèlement, les dépenses de R&D et le nombre de chercheurs semblent en augmentation dans le secteur privé. En fait, le Japon conserve une position dominante en STI dans de grandes industries comme l'automobile, les composants électroniques, les appareils photo numériques et les machines-outils.

En 2004, l'ensemble des universités japonaises ont été semi-privatisées et transformées en « Sociétés universitaires nationales » ; les professeurs et le personnel ont donc perdu leur statut de fonctionnaires. Ce chapitre indique comment de nombreuses politiques universitaires importées essentiellement des États-Unis, comme le financement concurrentiel de la R&D, les centres d'excellence et l'augmentation des postes universitaires temporaires, ont porté atteinte aux caractéristiques uniques du système universitaire japonais, car tout en aidant les universités de pointe, elles ont fait du tort aux capacités de R&D d'autres universités et détruit les anciens réseaux de recherche nationaux.

Le chapitre 20 se concentre sur le pays du monde probablement le plus engagé dans la STI : la **République de Corée**. Elle a bénéficié d'un taux de croissance élevé pendant dix ans, avant que le PIB ne se contracte de 5,6 % en 2008. Néanmoins, l'économie était déjà repartie en 2009, grâce à un plan de relance du gouvernement, consistant notamment à augmenter le financement de la R&D pour dynamiser la STI du pays. Les dépenses publiques de R&D ont donc augmenté en 2008-2009.

La République de Corée considère que la STI est au cœur du progrès économique et indispensable pour atteindre un certain nombre d'objectifs nationaux. L'une de ses principales priorités est d'augmenter la DIRD pour qu'elle atteigne 5 % d'ici à 2012, un niveau impressionnant compte tenu de celui, déjà élevé (3,4 %), de 2008. Ces investissements substantiels s'accompagnent de politiques fortes. Par exemple, les Initiatives pour l'établissement d'un système national d'innovation technologique, mises en œuvre en 2004, comportaient trente tâches prioritaires. En 2008, le nouveau gouvernement a mis en place une stratégie complémentaire, intitulée *Plan fondamental pour la science et la technologie (2008-2013)*, qui s'est fixé pas moins de cinquante tâches prioritaires. Ces deux plans constituent désormais le cadre

de référence pour les politiques de STI. S'y sont ajoutées deux priorités nationales pour 2008 : la réduction du taux d'émissions de carbone et une politique de croissance verte.

Le dernier chapitre sur l'**Asie du Sud-Est et l'Océanie** (chapitre 21) couvre une vaste zone géographique qui s'étend de l'Australie et de la Nouvelle-Zélande à Singapour, la Thaïlande, l'Indonésie et aux vingt-deux pays et territoires insulaires du Pacifique. La récession économique mondiale a en grande partie épargné cette partie du monde.

Au Cambodge, en Thaïlande et dans les îles Fidji, la science est peu prioritaire et la récession mondiale a donc eu peu d'impact. Les pays les plus attachés aux STI, comme Singapour, l'Australie et la Nouvelle-Zélande, ont réagi à la récession en recentrant leurs politiques de STI pour les aligner au plus près de leurs priorités nationales. La plupart des pays de la région ont pour priorité commune en R&D le développement durable et le rôle potentiel des STI dans la lutte contre le changement climatique.

Singapour arrive en tête des pays de la région pour la croissance rapide de ses investissements dans le domaine de la science. Entre 2000 et 2007, le volume de sa R&D est passé de 1,9 % à 2,5 % du PIB. Selon la Banque mondiale, seuls le Viet Nam et Singapour ont amélioré leur classement dans l'Indice des connaissances (de la Banque mondiale) entre 1995 et 2008. La croissance a été largement entraînée par les scientifiques étrangers basés à Singapour, attirés par les perspectives de travail dans des laboratoires généreusement dotés. Entre 2000 et 2007, le nombre de chercheurs en équivalents temps plein a augmenté de 50 % pour atteindre la proportion impressionnante de 6 088 par million d'habitants. Un élément essentiel de la stratégie nationale consiste à concentrer les institutions des TIC et de la recherche biomédicale dans deux plateformes de connaissance nationales. Cette stratégie a porté ses fruits, car Singapour est en train de devenir une plaque tournante pour la recherche biomédicale et les technologies du génie.

Mais Singapour n'est pas le seul pays de la région à avoir fait évoluer ses politiques de S&T vers des politiques de STI. De plus, la région tend à privilégier de plus en plus la R&D intersectorielle par le biais de mécanismes de financement pour des projets collaboratifs. Le visage de la recherche collaborative est en mutation. La progression rapide de la Chine et de l'Inde a eu un effet d'entraînement sur les capacités de l'Asie du Sud est et de l'Océanie en S&T. Ainsi, le boom des matières premières de ces dernières années, dû en grande partie à l'Inde et à la Chine, a activé la R&D dans le domaine

Le rôle croissant du savoir dans l'économie mondiale

de l'exploitation minière en Australie, donnant lieu à une augmentation de la R&D dans le secteur privé de ce pays.

Ce n'est pas un hasard si la Chine et l'Inde figurent parmi les trois principaux pays où sont basés les chercheurs participant en tant que co-rédacteurs aux études réalisées dans plusieurs pays de la région. Les chercheurs passent également plus de temps à l'étranger qu'avant dans le cadre de leur formation et de projets de collaboration. Le niveau d'engagement international et de coopération est manifestement plus élevé qu'auparavant dans la région.

CONCLUSION

Messages clés

Quelles conclusions tirer de l'analyse qui précède ? *Tout d'abord*, les disparités des niveaux de développement entre pays et régions restent frappantes. En 2007, on estimait que le revenu par habitant des États-Unis était en moyenne trente fois supérieur à celui de l'Afrique subsaharienne. La différence entre les taux de croissance économique s'est aggravée au fil des ans, conduisant à la divergence entre les niveaux de revenu des pays riches et des pays pauvres, un fait marquant des cent cinquante dernières années (« divergence, big time »). Ainsi, à la fin du XIX^e siècle, on considérait que le Nigéria n'avait pas plus d'une décennie de retard sur le Royaume-Uni en matière de développement technologique. L'origine de ces divergences de croissance économique réside dans la disparité sur le long terme des niveaux d'investissement dans la connaissance. Aujourd'hui encore, les États-Unis continuent à investir davantage dans la R&D que le reste des pays du G8 réunis. Il se trouve aussi que parmi les meilleures universités du monde, quatre sur cinq sont sur le sol américain.

La dernière décennie a bousculé ce schéma, en grande partie grâce à la prolifération des TIC numériques, qui ont généralisé l'accès au savoir codifié. Bien sûr, certains nouveaux venus, comme la République de Corée, n'ont jamais cessé de rattraper leur retard sur d'autres pays, et les ont même dépassés depuis le XX^e siècle, en développant tout d'abord leur capacité industrielle, puis leur S&T. Mais d'autres, comme la Chine, le Brésil ou l'Inde, ont lancé un nouveau processus à trois voies pour se mettre à niveau dans les domaines industriel, scientifique et technologique simultanément.

En conséquence, les cinq dernières années qui font l'objet du présent *Rapport de l'UNESCO sur la science* ont commencé véritablement à ébranler la suprématie traditionnelle des États-Unis. La récession économique mondiale a aggravé

la situation, même si il est trop tôt pour que les statistiques reflètent cette tendance. Les États-Unis ont été plus durement touchés que le Brésil, la Chine ou l'Inde, ce qui permet à ces trois pays de progresser plus rapidement qu'ils ne l'auraient fait autrement. En outre, comme le montrent bien les chapitres sur la Chine et l'Inde, il semble qu'au niveau de l'économie mondiale, le modèle de contribution du savoir à la croissance soit au bord de la rupture structurelle. Cela se reflète également dans l'arrivée sur la scène mondiale de grandes multinationales de pays émergents qui investissent une grande variété de secteurs, allant d'industries arrivées à maturité comme la sidérurgie, l'automobile et les biens de consommation à des industries de pointe, comme les produits pharmaceutiques et l'aéronautique. Les entreprises de ces économies émergentes ont de plus en plus recours aux fusions et acquisitions internationales pour se procurer rapidement des connaissances technologiques.

Troisièmement, l'augmentation du stock du savoir mondial symbolisée par les nouvelles technologies numériques et par les découvertes en sciences de la vie ou en nanotechnologies, offre aux pays émergents de fantastiques possibilités pour atteindre des niveaux élevés de prospérité et de productivité. C'est dans ce sens que la vieille notion de retard technologique peut être considérée aujourd'hui comme une bénédiction pour les économies qui ont une capacité d'absorption et une efficacité suffisantes pour tirer profit de l'« avantage de leur retard relatif ». Les pays en retard peuvent progresser plus rapidement que les anciens premiers de la classe en technologie, en misant sur des technologies restées inexploitées et en bénéficiant de risques plus bas. Ils ont déjà réussi à contourner les coûteux investissements en infrastructures qui avaient pesé sur les finances des pays développés au XX^e siècle, grâce au développement des télécommunications sans fil, de l'éducation sans fil (par satellite, etc.), de l'énergie sans fil (éoliennes, panneaux solaires, etc.), et de la santé sans fil (télémédecine, scanners portatifs, etc.)

D'autres facteurs créent également des avantages uniques du point de vue de l'augmentation des connaissances. Ceci est particulièrement bien illustré par l'augmentation rapide d'un réservoir de main-d'œuvre hautement qualifiée, notamment en Chine et en Inde, le grand nombre de travailleurs licenciés dans l'agriculture et le petit commerce, l'avantage relatif tiré du remplacement d'équipements obsolètes par des technologies de pointe et les répercussions des investissements dans les nouvelles technologies. L'importance reconnue de l'acquisition des connaissances est un fil conducteur de ce rapport. Au Bangladesh, par exemple, l'ingénierie légère fournit des produits de substitution aux importations tout en créant de

RAPPORT DE L'UNESCO SUR LA SCIENCE 2010

l'emploi et en allégeant la pauvreté. On compte parmi ces technologies endogènes les ferries, les centrales électriques, les machines et les pièces de rechange. Mais le Bangladesh développe également le secteur de pointe des produits pharmaceutiques. Il serait à présent autosuffisant à 97 % pour les produits pharmaceutiques et exporte même en Europe.

Quatrièmement, on reconnaît de plus en plus l'importance de la « congruence » systémique entre les diverses connaissances qui composent le système d'innovation lorsqu'il s'agit de concevoir une stratégie de croissance gagnante, comme nous l'avons vu à la figure 5. Dans de nombreux pays à moyen et haut revenu, il se produit une nette réorientation de la politique de S&T au profit d'une politique de STI. Ces pays abandonnent en conséquence l'approche linéaire qui va de la recherche fondamentale à l'innovation pour adopter une conception de l'innovation plus complexe et systémique. La collaboration entre université et industrie, les centres d'excellence et le financement d'une recherche basée sur la concurrence connaissent un succès croissant dans les pays qui cherchent à augmenter leurs capacités de STI. Toutefois, de tels changements ne sont pas faciles à mettre en œuvre, comme l'illustre le chapitre sur le Japon. Au moment où l'influence mondiale du Japon en R&D amorce une courbe descendante, l'auteur de ce chapitre fait valoir que les politiques « importées » évoquées ci-dessus sont susceptibles d'avoir porté préjudice au système universitaire japonais, en favorisant les meilleures institutions au détriment des autres, laissées en arrière. Il est vrai que les politiques « importées » entrent effectivement de temps à autre en conflit avec les politiques « maison ». Pour compliquer encore les choses, même les pays qui ont intégré cette congruence systémique dans leurs politiques de STI ont encore tendance à en minimiser l'importance dans leurs politiques générales de développement.

Cinquièmement, la politique de STI met de plus en plus l'accent sur la durabilité et les technologies vertes. Cette tendance est présente dans pratiquement tous les chapitres du *Rapport de l'UNESCO sur la science*, même dans des régions du monde qui ne se caractérisent généralement pas par de grands efforts en STI, comme dans région arabe et l'Afrique subsaharienne. Cela vaut pour l'énergie propre et la recherche sur le climat, mais cela s'applique également aux répercussions en amont sur les domaines des S&T. Ainsi, les sciences et technologies spatiales sont un domaine en plein essor dans de nombreux pays émergents et en développement. Poussés par le souci du changement climatique et de la dégradation de l'environnement, les pays en développement s'efforcent de surveiller de plus près leur territoire, souvent grâce à une collaboration Nord-Sud ou

Sud-Sud, comme c'est le cas du Brésil et de la Chine pour la conception de satellites d'observation de la Terre, ou dans le cadre de projets comme Kopernicus-Africa, associant l'Union africaine et l'Union européenne. Dans le même temps, les sciences et technologies spatiales sont mises à profit pour fournir l'infrastructure des TIC qui seront utilisées pour des applications sans fil liées notamment aux domaines de la santé et de l'éducation. La recherche sur le changement climatique est devenue une priorité de R&D, alors qu'elle était quasiment absente du *Rapport de l'UNESCO sur la science 2005*. En guise de commentaire politique très général, on peut aujourd'hui avancer raisonnablement que les régions ou nations à la traîne ont tout à gagner à améliorer leur capacité d'absorption et éliminer les obstacles aux retombées technologiques positives venant de pays à la pointe de la technologie, qu'ils soient du Nord ou du Sud.

Enfin, et ce n'est pas le moins important, les politiques nationales de STI se retrouvent aujourd'hui dans un paysage mondial radicalement nouveau, dans lequel la priorité à la politique territoriale est mise à rude épreuve. D'une part, la forte baisse du coût marginal de reproduction et de diffusion de l'information a créé un monde dans lequel les frontières géographiques ont de moins en moins de sens pour la recherche et l'innovation. L'accumulation des connaissances et leur diffusion peuvent se faire à un rythme plus rapide, intégrant un nombre croissant de partenaires nouveaux, et constituent une menace pour les institutions et les positions établies. Cette tendance à la mondialisation affecte la recherche et l'innovation de différentes manières. D'autre part, et pour anticiper un raisonnement un peu simpliste, la mondialisation n'engendre pas un monde plat, dans lequel l'écart entre pays et régions en matière de capacités de recherche et d'innovation ne cesserait de se réduire. Bien au contraire, si tout indique qu'il se produit une concentration de la production des connaissances et de l'innovation à travers un plus grand nombre de pays qu'auparavant en Asie, en Afrique et en Amérique latine, cette connaissance croît à un rythme très différent à l'intérieur même des pays.

RÉFÉRENCES

- Battelle (2009) *Global R&D Funding Forecast*. Cleveland, Ohio, États-Unis. Disponible à : www.battelle.org/news/pdfs/2009RDFundingfinalreport.pdf.
- Coe, D.T.; Helpman, E.; Hoffmaister, A.W. (1997) North-South R&D spillovers RD. *Economic Journal*, 107, 134-149.
- David, P. et Foray, D. (2002) Une introduction à l'économie de la société de la connaissance. *Revue internationale des sciences sociales (UNESCO)* 171, 9.
- Dosi, G. ; Pavitt, K. ; Soete, L. (1990) *The Economics of Technical Change and International Trade*. New York University Press. Washington Square, New York.
- Dunnewijk, Théo (2008) Global Migration of the Highly Skilled: A Tentative and Quantitative Approach. Document de travail de l'UNU-MERIT 2008-070.
- Commission européenne (2009) *EU Industrial R&D Investment Scoreboard*. Institut d'études de prospective technologique, Commission européenne.
- Freeman, C. (1992) *The Economics of Hope*. Frances Pinter, Londres.
- (1987) *Technology Policy and Economic Performance: Lessons from Japan*. Frances Pinter, Londres.
- Freeman, C. et Soete, L. (2009) Developing science, technology and innovation indicators: What we can learn from the past. *Research Policy* 38 (4), p. 583-589.
- Krugman, Paul (1979) A model of innovation, technology transfer and the world distribution of income. *Journal of Political Economy*, vol. 87, numéro 2, p. 253-266.
- Soete, L. (2005) On the dynamics of innovation Policy: a Dutch perspective, in: P. de Gijsel et H. Schenk (eds) *The Birth of a New Economics Faculty in the Netherlands*. Springer, Dordrecht, p. 127-149.
- (1981) A general test of the technological gap trade theory. *Weltwirtschaftliches Archiv* 117, 638-650.
- Tijssen, R. et Hollanders, H. (2006) Using science and technology indicators to support knowledge-based economies. *United Nations University Policy Brief* 11.
- Zanatta, M. et Queiroz, S. (2007) The role of national policies in the attraction and promotion of MNEs » R&D activities in developing countries. *Revue internationale d'économie appliquée*, 21 (3), 419-435.

Né aux Pays-Bas en 1967, **Hugo Hollanders** est économiste, chargé de recherches principal à l'UNU-MERIT, un think tank issu de la fusion en 2006 de l'Institut de l'Université des Nations Unies pour les Nouvelles Technologies et du Centre de recherches économiques et sociales et de formation sur l'innovation et la technologie de l'Université de Maastricht.

Le docteur Hollanders a plus de quinze ans d'expérience en matière d'études sur l'innovation et de statistiques de l'innovation et a participé à plusieurs projets de la Commission européenne, parmi lesquels le Tableau de bord 2000-2007 sur les politiques de l'innovation et le projet INNO Metrics 2008-2010. Pour ces deux projets, il a été responsable du tableau de bord annuel de l'innovation européenne et co-auteur de plus de trente rapports mesurant l'innovation régionale, sectorielle et des services, l'efficacité de l'innovation, la créativité et le design. Ses recherches actuelles portent sur l'innovation régionale, notamment grâce à plusieurs projets financés par la Commission européenne.

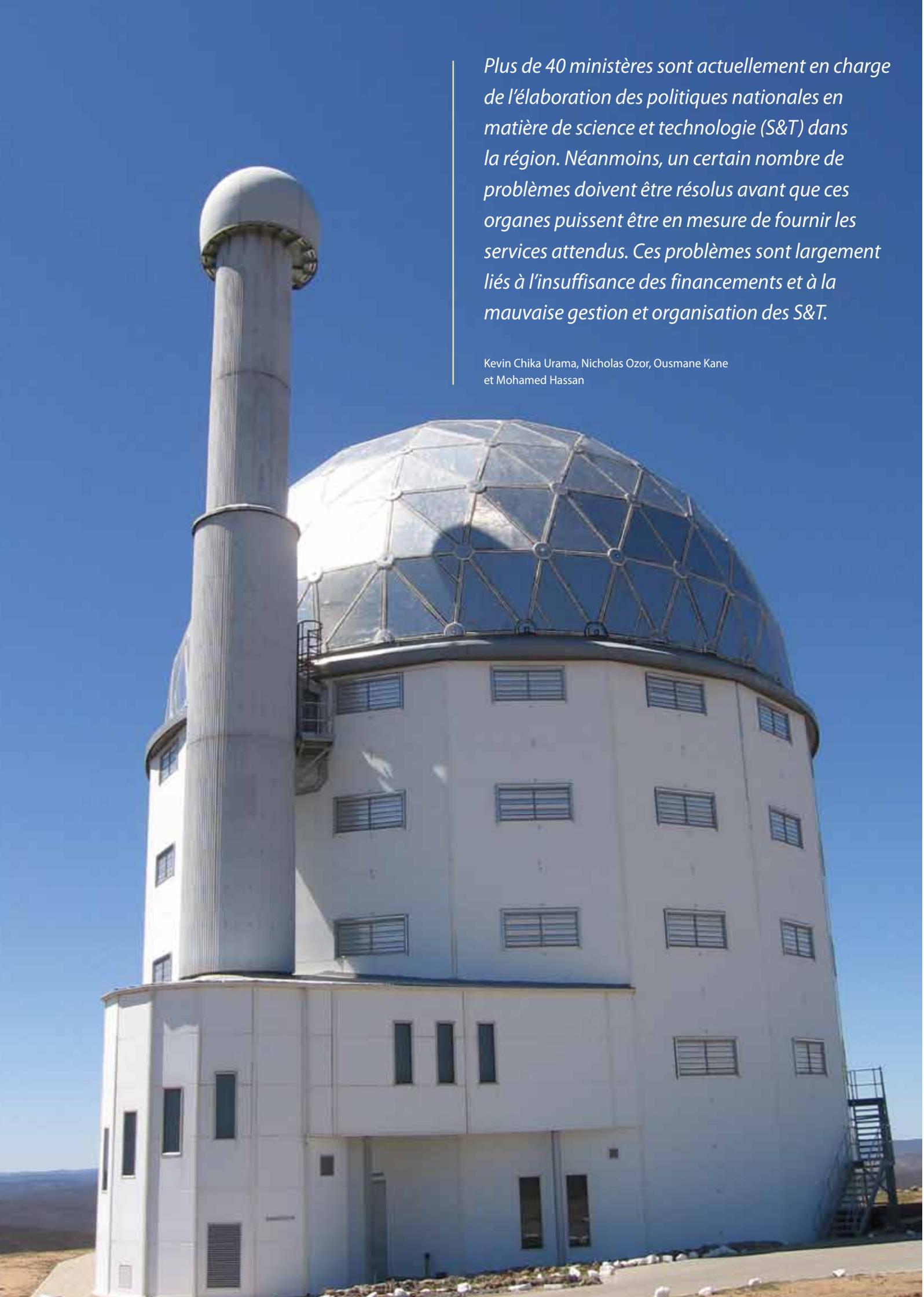
Luc Soete est né à Bruxelles, en Belgique, en 1950. Il est actuellement directeur de l'UNU-MERIT et professeur de relations économiques internationales (en congé) à la School of Business and Economics de l'Université de Maastricht. Le professeur Soete a été le directeur fondateur de MERIT, qu'il a créé en 1988. Il est membre de l'Académie royale néerlandaise des sciences et du Conseil consultatif néerlandais pour la politique scientifique et technologique.

Le professeur Soete a obtenu son doctorat en économie à l'Université du Sussex au Royaume-Uni. Avant son arrivée à Maastricht en 1986, il a travaillé au Département d'économie de l'Université d'Anvers, à l'Institut d'études du développement et à l'Unité de recherche sur les politiques scientifiques de l'Université du Sussex. Il a également travaillé pour le Département d'économie de l'Université de Stanford aux États-Unis.

Son champ de recherche couvre l'impact des changements technologiques et de l'innovation sur la croissance et le développement, l'emploi et le commerce et les investissements internationaux.

Plus de 40 ministères sont actuellement en charge de l'élaboration des politiques nationales en matière de science et technologie (S&T) dans la région. Néanmoins, un certain nombre de problèmes doivent être résolus avant que ces organes puissent être en mesure de fournir les services attendus. Ces problèmes sont largement liés à l'insuffisance des financements et à la mauvaise gestion et organisation des S&T.

Kevin Chika Urama, Nicholas Ozor, Ousmane Kane
et Mohamed Hassan



14 · L'Afrique subsaharienne

Kevin Chika Urama, Nicholas Ozor, Ousmane Kane et Mohamed Hassan

Traduit de l'anglais par Michèle Francine Mbo'o-Tchouawou

INTRODUCTION

La Déclaration du Millénaire a défini huit objectifs pour le développement qui doivent être atteints d'ici à 2015. Des repères quantitatifs précis ont été fixés en vue de réduire de moitié la pauvreté extrême sous toutes ses formes. Alors que la date butoir approche, le monde doit faire face à une récession économique sans précédent. En Afrique subsaharienne et en Asie du sud, le taux de pauvreté s'est accru dans certains pays à faible croissance en 2009. Ce facteur est d'autant plus aggravé par l'augmentation de la fréquence de désastres causés par le changement climatique et les catastrophes naturelles. D'après les projections actuelles, le taux global de pauvreté a diminué en 2009 dans les pays en développement bien que cette diminution soit relativement moins importante qu'avant la période de ralentissement économique (DAES-ONU, 2009). Pour certains pays, ce ralentissement peut représenter la différence entre atteindre ou non les objectifs de réduction de la pauvreté qu'ils se sont fixés.

Bien que regorgeant de ressources naturelles, de capital intellectuel, de savoirs et cultures traditionnels, l'Afrique reste néanmoins désavantagée en matière de développement global. Ceci est particulièrement dû à son faible niveau d'investissements dans les domaines de la science et la technologie (S&T). Cela se traduit notamment par un manque criard d'infrastructures, un faible nombre de chercheurs et très peu de résultats en matière de recherche scientifique. La situation est amplifiée, entre autres, par la démographie galopante, les conflits, la mauvaise gouvernance, l'instabilité politique, l'insécurité alimentaire, la pauvreté et les nombreuses maladies.

Le continent africain a tenté à plusieurs reprises de transformer ses chances de développement par le biais de traités tels que la Stratégie de Monrovia (1979), le Plan d'Action de Lagos (1980), le Traité d'Abuja (1991) instituant la Communauté Economique Africaine et, plus récemment, l'adoption en janvier 2007 par l'Union africaine¹ du Plan d'action consolidé de l'Afrique dans le domaine de la science et la technologie (CPA). Malgré ces efforts, l'Afrique demeure le continent le plus pauvre et économiquement défavorisé au monde (Figure 1). L'Afrique a très souvent privilégié une approche de développement à court terme, s'obstinant à dépendre de l'aide financière extérieure, laquelle cible davantage des projets à court terme. De ce fait,

¹ Bien que l'Union africaine couvre tout le continent, nous nous intéresserons principalement, dans ce chapitre, aux pays de l'Afrique au sud du Sahara, l'Afrique du Nord ayant fait l'objet d'un chapitre à part.

le continent n'a pas pu investir dans la science, la technologie et l'innovation (STI) en tant que moteurs de croissance économique et de développement durable (Mugabe et Ambali, 2006). Ce constat est renforcé par le faible niveau de la dépense intérieure brute que l'Afrique consacre à la recherche et au développement (DIRD) [Tableau 1]. Les pays auront besoin de développer et de mettre en œuvre des politiques, mais aussi de créer des dispositifs institutionnels nécessaires à la promotion du développement et à la mise en place effective des S&T. Ceci dans le but de résoudre les problèmes spécifiques à chacun des Objectifs du millénaire pour le développement.

Lors du Sommet de l'Union africaine qui s'est tenu à Addis-Abeba (Éthiopie) en janvier 2007, le Président du Malawi, Bingu wa Mutharika, est revenu sur la nécessité de faire évoluer les modèles de développement. Il a souligné que le renforcement des capacités en S&T était le seul moyen sûr et efficace permettant de rompre le cycle infernal de l'extrême pauvreté dans lequel l'Afrique s'est enlisée depuis des décennies. Il affirmait à ce propos que : « nous sommes restés trop longtemps dépendants des pays donateurs pour le développement scientifique ». « Il est grand temps que nous engagions davantage de ressources pour faire avancer les questions de S&T », avait-il poursuivi.

Au cours de la dernière décennie, plusieurs pays africains ont progressivement amélioré leurs capacités en S&T. Ceci dans l'optique de sortir de la pauvreté, de la faim et des maladies d'une part, et pour atteindre leurs objectifs de développement industriel et de transformations sociales, d'autre part. De nombreux efforts ont été entrepris par plusieurs gouvernements africains en vue de mettre en place des politiques nationales en STI dans leurs pays respectifs. Pour la seule année 2008, 14 pays ont officiellement demandé l'assistance de l'UNESCO pour réexaminer leurs politiques scientifiques. Il s'agit notamment du Bénin, Botswana, Burundi, République centrafricaine, Côte d'Ivoire, République démocratique du Congo, Madagascar, Malawi, Maroc, Sénégal, Swaziland, Togo, Zimbabwe et Zambie.

Les pays africains ont commencé à se rendre à l'évidence que sans des investissements considérables dans les domaines des S&T, le continent restera en marge de l'économie mondiale du savoir. Certains pays prennent d'ores et déjà des mesures pour instaurer un système national d'innovation qui s'inspire, de manière générale, du modèle de l'Organisation de coopération et de développement économique (OCDE). Ces efforts sont plus perceptibles en Afrique du Sud où la DIRD (en % du PIB) est passée de 0,73 % en 2001 à 0,94 % en 2004 selon l'Institut de statistique de l'UNESCO.

Le « Southern African Large Telescope » (SALT) a été inauguré en 2005. Il est le plus grand télescope terrestre de l'hémisphère sud.

Wikipedia
Commons

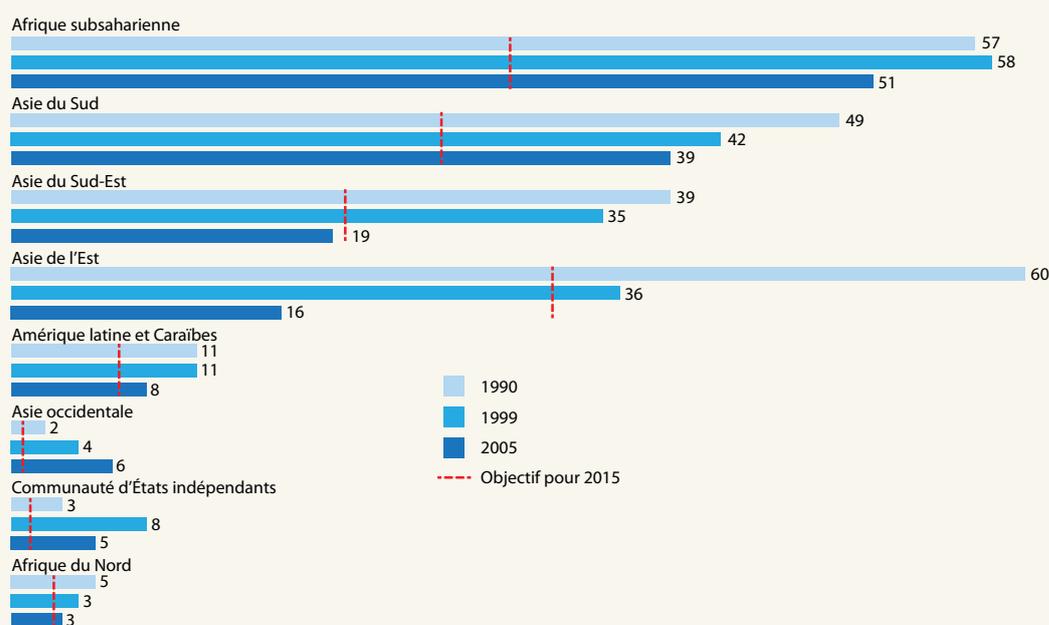
RAPPORT DE L'UNESCO SUR LA SCIENCE 2010

Cependant, comme nous le verrons par la suite, l'Afrique subsaharienne a encore du chemin à faire pour son entrée dans l'économie du savoir, pas seulement en matière d'innovation mais aussi en ce qui concerne les trois piliers de la dite économie du savoir : une économie saine et un régime institutionnel fiable ; une population éduquée et créative, capable d'utiliser la connaissance de manière efficace ; et une infrastructure informationnelle dynamique. Bien que le PIB par habitant ait augmenté dans la plupart des pays africains entre 2002 et 2008, il reste pour autant faible par rapport au reste du monde, à l'exception de l'Angola et de la Guinée équatoriale où l'exploitation pétrolière a favorisé une hausse fulgurante du revenu national. La production pétrolière et les activités annexes représentent environ 85 % du PIB en Angola et ont stimulé une croissance économique supérieure à 15 % par an en moyenne, entre 2004 et 2007 – bien que le PIB ait diminué en 2009 (-0.6 %) à la suite de la chute des prix pétroliers et de la récession mondiale. En Guinée équatoriale, la découverte d'importants gisements pétroliers a favorisé un

bond énorme du PIB ; approximativement 22 % en 2007 et 12 % l'année suivante, avant que la chute des cours du pétrole ne plonge l'économie dans une croissance négative d'environ 1,8 % en 2009 (CIA, 2010). Cet exemple souligne bien la nécessité pour les principaux pays producteurs de pétrole en Afrique de diversifier leurs économies afin de réduire leur vulnérabilité aux variations des cours pétroliers ; cette politique a été notamment adoptée par le Nigéria ces dernières années (voir page 61).

Dans plusieurs pays africains, l'agriculture de subsistance mobilise une grande partie de la population bien qu'elle ne représente qu'une très petite proportion du PIB. L'agriculture de subsistance traditionnelle prévaut encore dans des pays comme l'Angola, le Burundi, le Burkina Faso et la Guinée équatoriale. En outre, dans tous les pays de l'Afrique subsaharienne, beaucoup d'obstacles restent à franchir afin de garantir un accès plus équitable à l'éducation et aux technologies numériques de l'information et de la communication (TIC).

Figure 1 : Les niveaux de pauvreté en Afrique subsaharienne, pour les années 1990, 1999 et 2005 (%)



Note : Proportion des individus vivant avec moins de 1,25 dollar US par jour

Source : UN-DAES (2009) - The Millennium Development Goals Report

Tableau 1 : Les investissements en Afrique subsaharienne, en 2008 ou l'année la plus récente

Pays sélectionnés

	Dépenses militaires (% du PIB)	Total des dépenses consacrées à la santé (% du PIB)	Dépenses publiques d'éducation (% du PIB)	Dépenses consacrées à l'enseignement supérieur (% des dépenses totales d'éducation)	DIRD (% du PIB)	DIRD (en milliers \$PPA)	DIRD (US dollars PPA)
Afrique du Sud	1,4	8,6	5,4 ⁺¹	12,5 ⁺¹	0,9 ⁻¹	4 100 875 ⁻¹	84,3 ⁻¹
Angola	2,9	2,7	2,6 ⁻²	8,7 ⁻²	–	–	–
Benin	1,0	5,3	3,6 ⁻¹	20,2 ⁻¹	–	–	–
Botswana	3,5	7,2	8,1 ⁻¹	27,5 ⁻¹	0,5 ⁻²	111 714 ⁻²	60,7 ⁻²
Burkina Faso	1,8	6,4	4,6 ⁻¹	15,2 ⁻¹	0,1 ^a	18 392 ^a	1,2
Burundi	3,8	3,0	7,2	21,2	–	–	–
Cameroun	1,5	5,2	2,9	9,0	–	–	–
Cap vert	0,5	5,6	5,7	11 ⁻³	–	–	–
Centrafrique	1,6	3,9	1,3 ⁻¹	21,3 ⁻¹	–	–	–
Comores	–	3,2	7,6 ^{**}	14,6 ^{**}	–	–	–
Congo	1,3	2,1	1,8 ⁻³	25,9 ^{-3**}	0,1 ^{-4*}	–	–
Côte d'Ivoire	1,5	3,8	4,6	25,1 ^{-8**}	–	–	–
Erythrée	23,6 ⁻⁵	4,5	2,0 ⁻²	19,4 ⁻²	–	–	–
Ethiopie	1,5	4,9	5,5 ⁻¹	39,0 ⁻¹	0,2 ^a	106 753 ^a	1,4 ^a
Gabon	1,1 ⁻¹	3,7	–	–	–	–	–
Gambie	0,7 ⁻¹	4,3	2,0 ^{-4**}	12,2 ^{-4**}	–	–	–
Ghana	0,7	6,2	5,4 ⁻³	20,8 ⁻³	–	–	–
Guinée	2,0 ⁻⁴	5,7	1,7	34,4	–	–	–
Guinée-Bissau	4,0 ⁻³	6,2	–	–	–	–	–
Guinée équatoriale	–	1,5	0,6 ^{-5**}	31,4 ⁻⁶	–	–	–
Kenya	1,7	4,6	7,0 ⁻²	15,4 ⁻²	–	–	–
Lesotho	2,6	6,7	12,4	36,4	0,1 ^{-3,a}	1 563 ^{-3,a}	0,8 ^{-3,a}
Liberia	0,5 ⁻¹	5,6	2,7	–	–	–	–
Madagascar	1,1	3,2	2,9	15,4	0,1 ^a	25 753 ^a	1,4 ^a
Malawi	1,2 ⁻¹	12,3	4,2 ⁻⁵	–	–	–	–
Mali	2,0	6,0	3,8	16,1	–	–	–
Maurice (île)	0,2 ⁻¹	4,3	3,4 ⁺¹	11,0 ⁺¹	0,4 ^{-2,v}	47 014 ^{-2,v}	37,5 ^{-2,v}
Mozambique	0,9	4,7	5,0 ⁻²	12,1 ⁻²	0,5 ⁻¹	83 105 ⁻¹	3,9 ⁻¹
Namibie	3,1	4,9	6,5	9,9	–	–	–
Niger	0,0 ⁻³	4,0	3,7	9,4	–	–	–
Nigeria	0,0	4,1	–	–	–	–	–
Ouganda	2,3 ⁻¹	7,2	3,3 ⁺¹	13,3 ⁺¹	0,4	128 012	4,2
Rep. Dem. du Congo	0,0	4,3	–	–	0,5 ^{-2,v}	75 217 ^{-2,v}	1,3 ^{-2,v}
Rwanda	1,5	10,4	4,1	25,4	–	–	–
Sénégal	1,6	5,4	5,1 ^{**}	24,5 ^{**}	0,1 ^{-2,a,*}	16 252 ^{-2,a,*}	1,4 ^{-2,a,*}
Seychelles	1,0	6,8	5,0 ⁻²	17,9 ⁻²	0,3 ⁻²	4 519 ⁻²	54,5 ⁻²
Sierra Leone	2,3	3,5	3,8 ^{-3**}	–	–	–	–
Swaziland	2,1 ⁻¹	5,9	7,9	21,3 ⁻²	–	–	–
Tanzanie	0,9	5,5	6,8	–	–	–	–
Tchad	1,0	3,6	1,9 ⁻³	18,7 ⁻³	–	–	–
Togo	2,0	5,5	3,7 ⁻¹	21,4 ⁻¹	–	–	–
Zambie	1,8	5,2	1,4	25,8 ⁻³	0,0 ^{-2,a}	3 840 ^{-2,a}	0,3 ^{-2,a}
Zimbabwe	3,8 ⁻³	8,4	4,6 ^{-8**}	16,6 ^{-8**}	–	–	–

-n/+n = nombre d'années n avant ou après l'année de référence

*Estimation nationale ; **Estimation de l'Institut de statistique de l'UNESCO ; a=données partielles ; v= données surestimées

Source : pour les données relatives aux dépenses d'éducation et à la DIRD : l'Institut de statistique de l'UNESCO ; pour les données relatives aux dépenses militaires : Banque Mondiale, Indicateurs de développement mondial, Juin 2010 ; pour les données relatives aux dépenses de santé : OMS (2009) *Statistiques mondiales sur la santé*

UN INVENTAIRE DES CAPACITES DANS LE DOMAINE DES STI EN AFRIQUE

Un très faible niveau d'investissements en STI

Comme on a pu l'observer dans le Tableau 1, la R&D n'attire que très peu d'investissements publics en Afrique subsaharienne, contrairement à d'autres secteurs comme l'armée, la santé ou encore l'éducation. Seule l'Afrique du Sud se rapproche de l'objectif d'un ratio DIRD/PIB d'1 %, le niveau recommandé par l'UNESCO et, plus récemment, lors du Sommet de l'Union africaine en 2007. L'aspect le plus préoccupant est qu'un bon nombre des pays n'ont pas une réelle représentation de la part du PIB qu'ils consacrent effectivement à la R&D ou alors ils ne consacrent tout simplement pas de fonds à la R&D. Ce qui est d'autant plus regrettable pour un continent qui souhaite développer les STI. Tous les pays africains feraient mieux de prendre exemple sur le modèle sud-africain.

Des ressources humaines sous-exploitées Augmenter les effectifs scolaires

L'Afrique subsaharienne détient le triste record du plus faible nombre d'adultes instruits dans le monde (soit 62 %), suivi de près par l'Asie du Sud et de l'Ouest où le taux d'alphabétisation des adultes est de 64 %. Malgré ce faible taux, bon nombre de pays ont réussi à faire remonter les taux d'alphabétisation des adultes dans le courant de la dernière décennie, incluant même certains pays les moins avancés ; le Burkina Faso et le Tchad ont par exemple doublé, voire triplé leurs taux d'alphabétisation entre 1999 et 2007. En Afrique subsaharienne, les dépenses publiques consacrées à l'éducation sont passées de 3,5 % du PNB en 1999 à 4,5 % en 2007 ; ce qui les met au même rang que la moyenne des pays en développement mais toujours en deçà de la moyenne des pays développés (5,3 %). En 2007, les dépenses publiques pour l'éducation en pourcentage des dépenses publiques totales étaient même plus élevées en Afrique subsaharienne (17,5 %) que la moyenne des pays développés (12,4 %) [UNESCO, 2010a].

Les résultats sont encore plus intéressants en matière d'enseignement secondaire, domaine où le sous-continent a enregistré des progrès retentissants entre 1999 et 2007. Durant cette période où sa population en âge scolaire a augmenté de 20 millions, l'Afrique subsaharienne a pu diminuer les effectifs de sa population non scolarisée de près de 13 millions, soit 28 %. Ces progrès peuvent être appréciés en faisant une comparaison avec les années 1990 : si la région avait progressé au même

rythme que dans les années 1990, 18 millions d'enfants supplémentaires seraient encore non scolarisés aujourd'hui. Néanmoins, un quart des enfants en âge scolaire en Afrique sub-saharienne n'étaient toujours pas scolarisés en 2007 et la région comptait près de 45 % de la population non scolarisée dans le monde. Les progrès réalisés restent toutefois inégalement répartis. Certains pays qui comptaient d'importants effectifs non scolarisés en 1999 tels que l'Éthiopie, le Kenya, le Mozambique, la Tanzanie et la Zambie ont réalisé des progrès significatifs. En revanche, d'autres pays comme le Libéria, le Malawi et le Nigéria n'ont apporté que quelques améliorations (UNESCO, 2010a).

Bien que la plupart des pays au sud du Sahara soient signataires de traités internationaux et de déclarations, l'accès à l'enseignement secondaire et supérieur est encore réservé à une minorité, avec un quart des pays ayant des taux d'inscription inférieurs à 26 % pour l'enseignement secondaire et un peu moins de 4 % pour les inscriptions universitaires en 2008. L'importante disparité entre les sexes est un autre facteur qui freine les différents pays car les études sont souvent réservées en priorité aux garçons. Ces disparités entre les sexes depuis l'enseignement primaire s'accroissent significativement avec le niveau d'études. Ainsi, on constate par exemple une baisse du pourcentage des filles entre les niveaux d'études secondaire et universitaire (Tableau 2). Des études empiriques ont mis en évidence une corrélation nette entre les taux d'inscription à l'université et l'accroissement du revenu national dans plusieurs pays (Moyer, 2007, repris par Urama, 2009). Ces analyses montrent que l'objectif d'un enseignement primaire pour tous, qui a été l'un des principaux éléments en matière de politiques publiques dans plusieurs pays africains, est certes nécessaire mais insuffisant pour favoriser le développement dans la plupart de ces pays. Au Togo et à Madagascar, par exemple, les taux d'inscription pour l'enseignement primaire ont dépassé les 90 % mais cela n'a pas eu d'incidence particulière en termes d'augmentation du revenu national (Urama, 2009). En Afrique subsaharienne, les taux d'inscription à l'université sont parmi les plus faibles au monde. Globalement, la contribution de l'enseignement supérieur au revenu national brut reste très faible (Moyer, 2007 ; Botman *et al.* 2009).

Une analyse plus approfondie proposée par Moyer (2007, cité par Urama, 2009) suggère que le coût relatif de l'enseignement supérieur par étudiant en proportion du revenu national brut est plus élevé en Afrique que dans les pays développés. Ce qui place l'enseignement supérieur

en Afrique dans une situation de dilemme puisque les gouvernements africains restent la principale source de financement. Ainsi, si l'enseignement supérieur ne contribue pas à l'accroissement du revenu national de manière significative, il est fort probable que les gouvernements mettront l'accent sur les autres priorités du développement que sont la réduction de la pauvreté, l'adaptation au changement climatique, l'insécurité dans le domaine de l'eau, le maintien de la paix, etc. (Urama, 2009). Il faut néanmoins souligner que les investissements en matière d'enseignement supérieur ont un impact à long terme sur le développement national.

Les défis de l'enseignement supérieur

Comme il est souligné dans le *Plan d'action de l'Union africaine pour la seconde Décennie de l'éducation pour l'Afrique* (2006–2015), l'Afrique est entrée dans le Millénaire avec de sérieux défis en matière d'éducation à tous les niveaux. Pour relever ces défis, les conférences des ministres de l'Éducation ont réaffirmé la nécessité d'élargir l'accès à l'éducation, d'en améliorer la qualité et la pertinence et, aussi, de garantir l'égalité des chances. Parmi les défis spécifiques que les systèmes d'enseignement supérieur en Afrique doivent relever, on pourrait citer :

- des laboratoires dépourvus d'équipements suffisants et des salles de cours bondées ;
- la nécessité d'adapter le système de l'enseignement supérieur aux standards internationaux, notamment le passage au système LMD « Licence-Master-Doctorat » ;
- la sous-représentation des femmes dans l'enseignement supérieur et leur confinement dans des filières dites « féminines », telles que les sciences sociales, les sciences humaines, les services et les formations liées à la santé qui ne leur assurent pas les mêmes chances d'accès aux possibilités d'emploi qu'aux hommes. Le choix de formation des hommes et des femmes est une question centrale dans le débat actuel sur l'égalité des sexes ;
- l'inadéquation et la fragmentation des programmes de l'enseignement supérieur et de la recherche ;
- l'absence d'une culture d'évaluation des enseignants, des chercheurs et des programmes ;
- un manque de collaboration et de partenariat avec d'autres institutions aux niveaux national, sous-régional, régional et international ;
- une bureaucratie excessive dans les procédures de gestion ainsi que les fréquentes grèves des étudiants, des enseignants, des chercheurs ou encore du personnel administratif, qui affectent considérablement la stabilité et la performance des institutions ;
- l'absence de liaisons entre la recherche universitaire et les activités d'innovation, qui entrave le développement socio-économique.

Un faible nombre de chercheurs

Le Tableau 3 montre qu'en 2005, le Nigéria comptait le plus grand nombre de chercheurs en Afrique. Cependant, lorsqu'on considère le nombre de chercheurs par million d'habitants, le Nigéria se retrouve en cinquième position derrière le Botswana, l'Afrique du Sud, le Sénégal et la Guinée. Quant à la proportion des femmes chercheuses, elle reste faible, comme le nombre de scientifiques et de techniciens par million d'habitants. Il faut ajouter à cela une pénurie de chercheurs exerçant dans le secteur privé et dans les organisations à but non lucratif.

Une production scientifique faible à quelques exceptions près

L'Afrique du Sud domine la publication scientifique

En 2008, l'Afrique subsaharienne n'a produit que 11 142 publications scientifiques. Toutefois, sa part dans la production mondiale s'est accrue depuis 2002, passant de 0,9 % à 1,1 % (voir page 10). Dans le sous-continent, l'Afrique du Sud a produit presque la moitié des articles scientifiques (46,4 %), suivi par le Nigéria (11,4 %) et le Kenya (6,6 %) [Figure 2]. En d'autres termes, ces trois pays produisent, à eux seuls, les deux tiers des publications scientifiques du sous-continent. Ce qui reflète bien leur niveau relativement avancé en matière de R&D.

La majorité des pays africains n'ont pas réussi à produire 100 publications dans le domaine des sciences exactes et naturelles en 2008. Selon Bernardes et al. (2003), ces statistiques sont bien en deçà du seuil théorique qui déclencherait un cercle vertueux des S&T. Ce seuil avoisinait les 150 articles par million d'habitants en 1998 et s'est depuis lors accru. Un facteur rassurant est la progression cohérente, bien que modeste, du nombre d'articles scientifiques enregistrés par Science Citation Index de Thomson Reuters. Par ailleurs, la barrière de la langue peut être un obstacle à la visibilité dans les bases de données internationales de la recherche scientifique des pays africains francophones et lusophones, bien que d'autres facteurs soient également déterminants. Voir par exemple le cas du Mali (page 59).

RAPPORT DE L'UNESCO SUR LA SCIENCE 2010

Tableau 2 : L'éducation en Afrique subsaharienne, 2008
Pays sélectionnés

Pays	Education secondaire		Enseignement supérieur				
	Taux d'inscription brut	Effectifs féminins (%)	Taux d'inscription brut (%)	Effectifs féminins (%)	Inscriptions dans les filières S&E (% du total)	Effectifs féminins dans les filières S&E (% du total d'inscrits)	Taux d'alphabétisation (%)**
Afrique du Sud	95,1 ^{*, -1}	51,0 ^{*, -1}	–	–	–	–	89,0
Angola	17,3 ^{*, -6}	45,7 ^{*, -6}	2,8 ⁻²	39,9 ^{*, -6}	18,3 ⁻⁶	–	69,6
Benin	36,3 ^{*, -3}	35,4 ^{*, -3}	5,8 ⁻²	19,8 ^{*, -7}	–	–	40,8
Botswana	80,2 ⁻²	51,1 ⁻²	7,6 ⁻²	53,2 ⁻²	–	–	83,3
Burkina Faso	19,8 ⁺¹	41,9 ⁺¹	3,4 ⁺¹	32,1 ⁺¹	15,3 ⁺¹	12,9 ⁺¹	28,7 ⁻¹
Burundi	17,9 ^{**}	41,4 ^{**}	2,7 ⁺¹	30,5 ^{*, -2}	9,6 ⁻⁶	13,1 ⁻⁶	65,9
Cameroun	37,3	44,1	9,0 ⁺¹	43,9 ⁺¹	21,8 ⁺¹	–	75,9
Cap vert	67,7 ⁻⁴	52,2 ⁻⁴	11,9	55,5	16,2	30,8	84,1
Centrafrique	13,6 ⁺¹	36,2 ⁺¹	2,5 ⁺¹	30,5 ⁺¹	12,3 ⁺¹	–	54,6
Comores	45,8 ^{*, -3}	42,5 ^{*, -3}	2,7 ^{*, -4}	43,2 ^{*, -4}	10,7 ⁻⁵	27,3 ⁻⁵	73,6
Congo	43,1 ^{*, -4}	46,0 ^{*, -4}	3,9 ^{*, -5}	15,8 ^{*, -5}	11,1 ⁻⁶	15,5 ⁻⁶	–
Côte d'Ivoire	26,3 ^{*, -6}	35,6 ^{*, -6}	8,4 ⁻¹	33,3 ⁻¹	23,9 ⁻¹	16,2 ⁻¹	54,6
Erythrée	30,5 ^{**}	41,5 ^{**}	2,0 ⁺¹	24,5 ⁺¹	37,0 ⁺¹	19,7 ⁺¹	65,3
Ethiopie	33,4	41,9	3,6	23,8	14,4	18,9	35,9
Gabon	53,1 ^{*, -6}	46,3 ^{*, -8}	7,1 ⁻⁹	35,7 ⁻⁹	–	–	87,0
Ghana	55,2	45,9	6,2 ⁻¹	34,2 ⁻¹	–	–	65,8
Guinée	35,8	36,2	9,2	24,4	28,7	19,6	38,0
Guinée-Bissau	35,9 ⁻²	35,4 ⁻⁸	2,9 ⁻²	15,6 ^{*, -7}	–	–	51,0
Guinée équatoriale	26,2 ^{*, -6}	36,4 ^{*, -6}	3,3 ⁻⁸	30,3 ⁻⁸	–	–	93,0
Kenya	58,3	47,6	4,1 ⁺¹	41,2 ⁺¹	29,1 ⁻⁷	18,3 ⁻⁷	86,5
Lesotho	39,9 ^{*, -1}	56,8 ^{*, -1}	3,6 ⁻²	55,2 ⁻²	23,9 ⁻³	53,7 ⁻³	89,5
Liberia	31,6	42,9	17,4 ⁻⁸	42,8 ⁻⁸	11,2 ⁻⁸	41,7 ⁻⁸	58,1
Madagascar	30,1	48,6	3,4	47,2	18,9	26,7	70,7
Malawi	29,4	45,6	0,5 ⁻¹	33,6 ⁻¹	32,7 ⁻⁹	–	72,8
Mali	38,3 ⁺¹	39,0 ⁺¹	5,5 ⁺¹	28,9 ⁺¹	9,9 ⁺¹	13,3 ⁺¹	26,2 ⁻²
Maurice	87,2 ^{*, +1}	49,8 ^{*, +1}	25,9 ^{**}	53,3 ^{**}	–	–	87,5
Mozambique	20,6	42,8	1,5 ⁻³	33,1 ⁻³	23,8 ⁻³	16,1 ⁻³	54,0
Namibie	65,8	53,8	8,9	56,8	12,4	43,2	88,2
Niger	11,6 ⁺¹	37,9 ⁺¹	1,4 ⁺¹	29,0 ⁺¹	10,1	10,2	–
Nigeria	30,5 ⁻¹	43,0 ⁻¹	10,1 ⁻³	40,7 ⁻³	–	–	60,1
Ouganda	25,3	45,7	3,7	44,3	10,5 ⁻⁴	20,5 ⁻⁴	74,6
Rep. Dem. du Congo	34,8 [*]	35,5 [*]	5,0	25,9 ^{*, -1}	–	–	66,6
Rwanda	21,9	47,8	4,0	39,0 ^{*, -3}	–	–	70,3
Sao Tome et Príncipe	51,3 ⁺¹	52,2 ⁺¹	4,1 ⁺¹	47,6 ⁺¹	–	–	88,3
Sénégal	30,6	44,3	8,0 [*]	35,3 [*]	–	–	41,9 ⁻²
Sierra Leone	34,6 ⁻¹	41,0 ⁻¹	2,0 ^{*, -6}	28,8 ^{*, -6}	7,7 ⁻⁷	27,1 ⁻⁷	39,8
Somalie	7,7 ^{*, -1}	31,5 ^{*, -1}	–	–	–	–	–
Swaziland	53,3 ⁻¹	47,1 ⁻¹	4,4 ⁻²	49,8 ⁻²	8,8 ⁻²	26,7 ⁻²	86,5
Tchad	19,0 ⁻¹	30,8 ⁻¹	1,9	12,7	–	–	32,7
Togo	41,3 ⁻¹	34,6 ^{*, -1}	5,3 ⁻¹	–	–	–	64,9
Tanzanie	6,1 ^{*, -9}	44,8 ^{*, -9}	1,5 ⁻¹	32,3 ⁻¹	24,2 ^{*, -3}	19,2 ^{*, -3}	72,6
Zambie	45,6	45,2	2,4 ^{*, -8}	31,6 ^{*, -8}	–	–	70,7
Zimbabwe	41,0 ⁻²	48,1 ⁻²	3,8 ^{*, -5}	38,8 ^{*, -5}	–	–	91,4

-n : nombre d'années n avant l'année de référence

*Estimation nationale ; **Estimation de l'Institut de statistique de l'UNESCO

Source : Institut de statistique de l'UNESCO

Tableau 3: Les chercheurs en Afrique subsaharienne en Équivalent plein temps, en 2007 ou l'année la plus récente
Pays sélectionnés

Pays	Nombre total de chercheurs	Proportion des femmes chercheurs (%)	Chercheurs par million d'habitants	Techniciens par million d'habitants	Chercheurs par secteur			
					Entreprises	Gouvernement	Enseignement supérieur	Organismes à but non lucratif
Afrique du Sud ¹	18 574	39,7	382	130	6 111	2 768	9 491	204
Benin	1 000*	–	119*	–	–	–	–	–
Botswana ^{2,h}	1 732*	30,8	942	222	159*	692*	859*	22*
Burkina Faso ^{a,h}	187	13,4	13	27	–	165 ^b	1 ^b	15 ^b
Cameroun ^{2,a,h}	462	19,0	26	–	–	462	–	–
Cap vert ⁵	60	52,3	132	33	–	–	–	–
Centrafrique ^{a,h}	41	41,5	10	–	–	–	41	–
Congo, Rep. ^{5,a}	102	12,8 ^f	34	37	–	–	–	–
Côte d'Ivoire ^{2,a}	1 269	16,5	66	–	–	29	1 240	–
Ethiopie ^a	1 615	7,4	21	12	–	1 361	254	–
Gabon ^{1,a,h}	150	24,7	107	30	–	150	–	–
Gambie ^{2,a,h}	46	8,7	30	18	–	–	–	–
Guinée ^{7,a,h}	2 117	5,8	253	92	–	1 096	1 021	–
Lesotho ^{3,a}	20	55,7	10	11	–	11	9	–
Madagascar ^a	937	35,2	50	15	–	262	675	–
Mali ^{1,a}	513	12,1	42	13	–	227	286	–
Mozambique ^{1,a,h}	337	33,5	16	35	–	337	–	–
Niger ^{2,a}	101	–	8	10	–	–	–	–
Nigeria ^{2,a,h}	28 533	17,0	203	77	–	1 051	27 482	–
Rep. Dem. du Congo ^{2,h}	10 411	–	176	26	–	877	9 534	–
Sénégal ^a	3 277*	9,9*	276*	–	–	418*	2 859*	–
Seychelles ^{2,a}	13	35,7	157	640	–	8	–	5
Togo	216	12,0	34	17	–	26	190	–
Ouganda ^h	891	41,0	29	18	71	473	321	26
Zambie ^{2,a}	792	27,4	67	106	4	565	146	77

*Estimation nationale ; a=données partielles ; b=la répartition n'est pas égale au total ; h=pour ces pays, les données disponibles concernent le nombre d'employés ; F= Equivalent temps plein (ETP) au lieu du nombre d'employés

Source : Institut de statistique de l'UNESCO

Les chercheurs africains publient essentiellement dans les domaines de la médecine clinique, la recherche biologique et biomédicale, les sciences de l'espace et de la terre (Figure 3). Au Kenya, les sciences de la vie représentaient près de 93 % des articles scientifiques en 2008, tandis que les sciences de la terre et de l'espace représentaient tout juste 4 %. Au Nigéria, 84 % des articles concernaient le domaine des sciences de la vie, contre 6 % publiés en ingénierie et technologie et 5 % dans le domaine des sciences de la terre et de l'espace. L'Afrique du Sud a, quant à elle, un système de recherche plus diversifié. Bien que les trois quarts des publications sud-africaines soient relatives aux sciences de la vie, les articles restants sont repartis assez équitablement entre les autres principaux domaines scientifiques, y compris la chimie, les mathématiques et la physique.

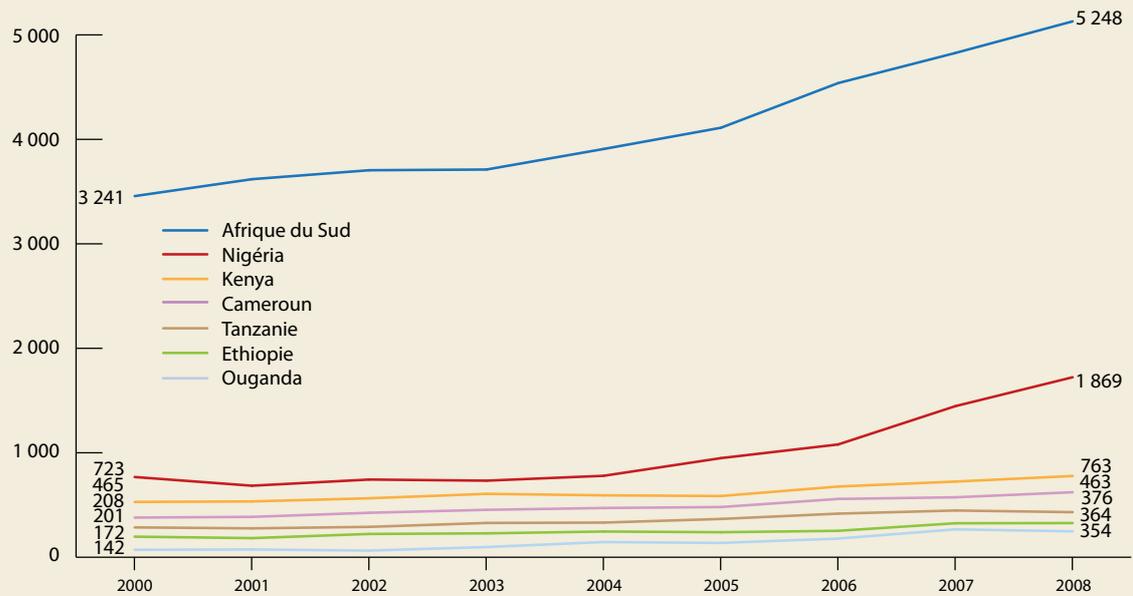
Les brevets d'utilité dominent les revenus en matière de droits de propriété intellectuelle

Le Tableau 4 indique le nombre de brevets accordés aux inventeurs africains par l'Office américain des brevets (USPTO) durant la période 2005–2009. Le continent africain a produit 706 brevets au cours de cette période, contre 633 au cours de la période 2000–2004 (Pouris et Pouris, 2009). Il est intéressant de noter que, si le continent produit 2,0 % du savoir mondial tel qu'il ressort du volume des publications de recherche, il produit moins de 0,1 % des inventions mondiales. Entre 2005 et 2009, l'Afrique du Sud a produit les deux tiers des brevets d'utilité du continent (soit 65 %), mais 87 % des brevets accordés aux inventeurs africains par l'USPTO, toute catégorie confondue, une proportion comparable à celle de la période 2000–2004 (88 % du total).

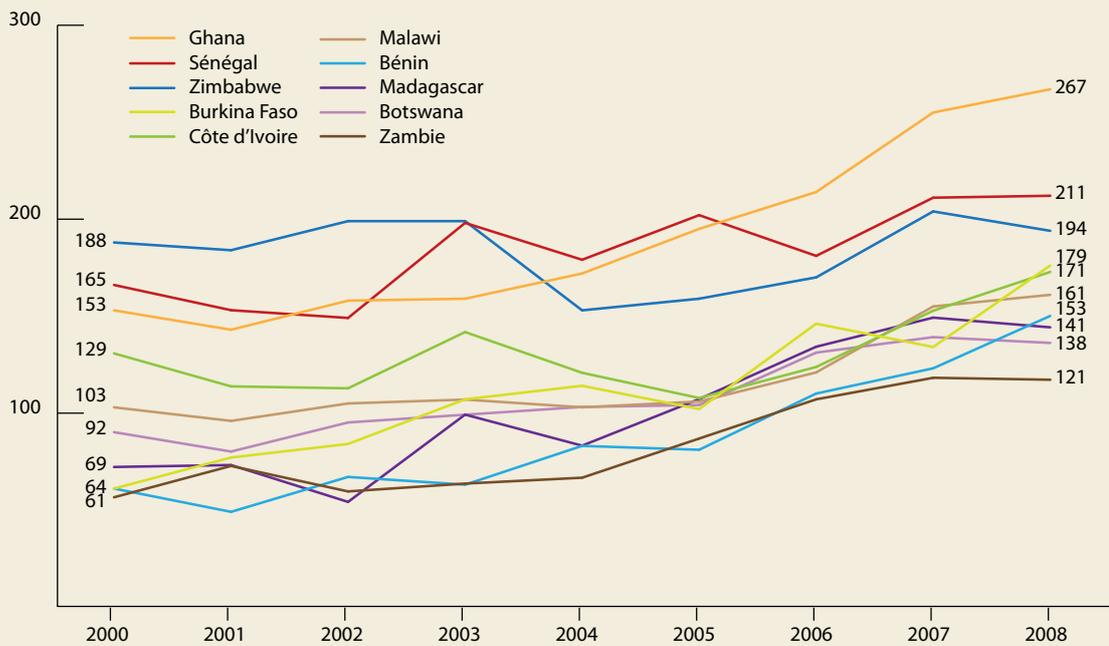
RAPPORT DE L'UNESCO SUR LA SCIENCE 2010

Figure 2 : Les publications scientifiques en Afrique subsaharienne, 2000–2008
Concernant les pays ayant produit plus de 100 publications en 2008

Les sept pays les plus productifs



Les 10 pays suivants les plus prolifiques



Source : Thomson Reuters (Scientific) Inc. Web of Science (Science Citation Index Expanded), compilés pour l'UNESCO par l'Observatoire canadien des sciences et des techniques, mai 2010

STRATEGIES NATIONALES POUR DEVELOPPER LA RESPONSABILITE TECHNOLOGIQUE EN AFRIQUE

Le renforcement des STI en Afrique exigera le passage d'une logique de maintien (*statu quo*) à une approche beaucoup plus active impliquant une culture de responsabilité technologique. L'abondance de ressources naturelles et le faible coût de la main d'œuvre ne constituent plus à eux seuls des avantages comparatifs déterminants pour le continent dans la mesure où les indicateurs de compétitivité internationale sont de plus en plus axés sur les S&T. Les pays africains doivent améliorer leur compétitivité en renforçant leurs capacités techniques, plutôt qu'en comptant sur le faible coût de la main d'œuvre. Selon la Commission économique des Nations Unies pour l'Afrique (CEA, 2005) – la source d'inspiration de ce qui suit – l'Afrique a surtout besoin du leadership et de la démocratisation des sociétés. S'il faut mobiliser les S&T en vue d'un développement durable, tous les acteurs clés doivent prendre part à la formulation et la mise en œuvre des politiques. De cette manière, les politiques académiques et élitistes seront évitées et, ainsi, le rôle des institutions publiques, des partenaires internationaux, des organisations non gouvernementales (ONG), des organisations féminines, de la société civile ainsi que du secteur privé pourra être renforcé. C'est aussi de cette façon que l'on pourra s'assurer que les politiques sont conçues en fonction des besoins spécifiques des clients et utilisateurs finaux.

Améliorer la gouvernance

Dans la plupart des pays africains, il n'existe actuellement pas de leadership politique stable qui puisse définir et donner une orientation et des objectifs clairs pour le développement des STI. Les fréquents remaniements ministériels dans ces pays s'accompagnent d'une instabilité parmi les hauts représentants des ministères en charge des S&T et conduisent, par conséquent, à des changements à mi-parcours des priorités et à des perturbations dans l'exécution des programmes. Cela se traduit par des stratégies inefficaces en matière d'innovation et de transfert technologique qui, à leur tour, favorisent un système d'enseignement supérieur inadapté et des systèmes de recherche avec un faible potentiel d'innovation et d'invention. Ce phénomène majeur requiert une attention particulière des chefs d'État et/ou des Premiers ministres sur la nécessité d'une politique cohérente et transparente en matière de STI, définie par tous les acteurs clés et qui s'articule entièrement autour du plan national de

développement socio-économique. A cet égard, l'idée des fora présidentiels, proposée par le regretté Professeur Thomas Odhiambo, mérite d'être considérée.

Les institutions responsables de l'élaboration des politiques et du développement sont déficientes dans la plupart des pays africains. Les pays comme l'Angola, le Tchad, la République démocratique du Congo, Djibouti, l'Erythrée, le Gabon, la Gambie, la Mauritanie, le Libéria, la Sierra Leone et le Swaziland pourraient bénéficier de programmes développant la capacité institutionnelle pour la formulation et la mise en œuvre des politiques de STI. Les politiques de STI et les institutions opérationnelles créées dans les années 1960 et 1970 avec l'aide de la CEA doivent être revues à la lumière des nouveaux défis de la mondialisation et de l'innovation technologique.

Les politiques et programmes macroéconomiques actuels semblent également consacrer davantage de ressources aux grandes entreprises publiques situées principalement dans les zones urbaines au détriment des petites et moyennes entreprises. Même lorsque des politiques sont conçues pour la réalisation des objectifs de développement, l'expérience montre que la plupart des gouvernements africains mettent difficilement en œuvre ces politiques en raison de l'absence de financements, du manque de transparence, de l'insuffisance de moyens humains et d'une politisation non justifiée de certains problèmes. Dans un cercle vicieux, un faible niveau d'investissement en matière d'éducation et de recherche dans les secteurs public et privé induirait une pénurie de personnel qualifié et nuirait à la qualité scientifique et à l'ingénierie à tous les niveaux. Pire encore, les infrastructures de R&D ont été négligées et sont désormais vétustes. Les universités et les institutions de recherche ont bien du mal à acquérir des équipements modernes pour leurs travaux de recherche. Ce qui les contraint à dépendre des institutions étrangères.

Pour renforcer le régime de développement technologique en Afrique, il sera nécessaire d'envisager une direction politique ferme et une meilleure intégration des politiques intersectorielles de STI avec les politiques globales de développement dans les domaines de l'économie, la finance, la budgetisation, la fiscalité, le travail, l'agriculture, l'industrie et le développement des micro-entreprises. Cela aura de profondes répercussions en ce qui concerne l'élaboration des politiques dans la mesure où les S&T seront désormais au cœur du processus de développement des politiques, s'étendant à tous les secteurs stratégiques pertinents sous l'effet du développement et de l'utilisation

des S&T. Le succès de ces réalignement et recentrage des politiques et stratégies repose sur une forte volonté politique en matière de S&T et la pleine participation de la communauté scientifique. Ce recentrage peut être facilité par l'établissement ou le renforcement des comités parlementaires sur les questions des S&T. Ces comités existent déjà dans un certain nombre de pays africains comme le Kenya, le Nigeria, l'Afrique du Sud et l'Ouganda. La Conférence des ministres africains sur la science et la technologie (AMCOST) a également établi un comité parlementaire. Le recentrage stratégique autour des S&T peut aussi être facilité grâce à la nomination de conseillers crédibles et renommés comme cela a été par exemple le cas au Nigeria (voir page 61). La création de fora interdépartementaux comprenant des points focaux au niveau des ministères et des institutions publiques en charge des questions de S&T peut également contribuer à la « démonopolisation » des responsabilités et au recentrage du processus d'élaboration des politiques autour des S&T.

Garantir des données et indicateurs fiables

L'insuffisance de données et d'indicateurs récents et fiables concernant la situation actuelle dans le domaine des S&T entrave également l'élaboration de politiques efficaces. Ceci est particulièrement dû à l'absence d'experts professionnels et aux problèmes organisationnels. Les institutions, les ministères et les organisations en Afrique n'ont pas encore adopté une culture de la conservation des archives et la création de banques de données. C'est une question extrêmement préoccupante à laquelle nos gouvernements et institutions doivent faire face de manière urgente dans le processus de réalisation des objectifs de développement. L'un des objectifs du *Plan d'action consolidé de l'Afrique dans le domaine de la science et de la technologie* est d'ailleurs de remédier à une telle situation (voir page 48).

Les économies africaines devraient également adopter de nouveaux indicateurs pour évaluer les qualifications et compétences acquises dans les secteurs traditionnels et évaluer aussi leur capacité à promouvoir et consolider les liens entre les différents acteurs, pour l'adoption et l'absorption des nouvelles technologies.

Regrouper les programmes en STI dans un même système national

Afin d'assurer la mise en œuvre effective des programmes et des activités en STI dans les différents pays d'Afrique, il est nécessaire de garantir une bonne coordination et intégration des programmes et activités du système d'innovation dans toutes les questions nationales de planification socioéconomique. Actuellement, la

coordination des programmes et activités en matière de STI semble relever uniquement de la compétence des ministères de la science et de la technologie. Bien que ces ministères demeurent les principaux organes consultatifs pour la mise en œuvre effective des politiques en STI, il est urgent de commencer à regrouper tous les programmes et activités en STI dans un même système national. Cela pourrait faciliter le regroupement des capacités existantes et permettre d'éviter le gaspillage des ressources et le chevauchement des activités, tout en stimulant l'interaction et les synergies.

Améliorer les infrastructures et la capacité à développer des solutions innovantes

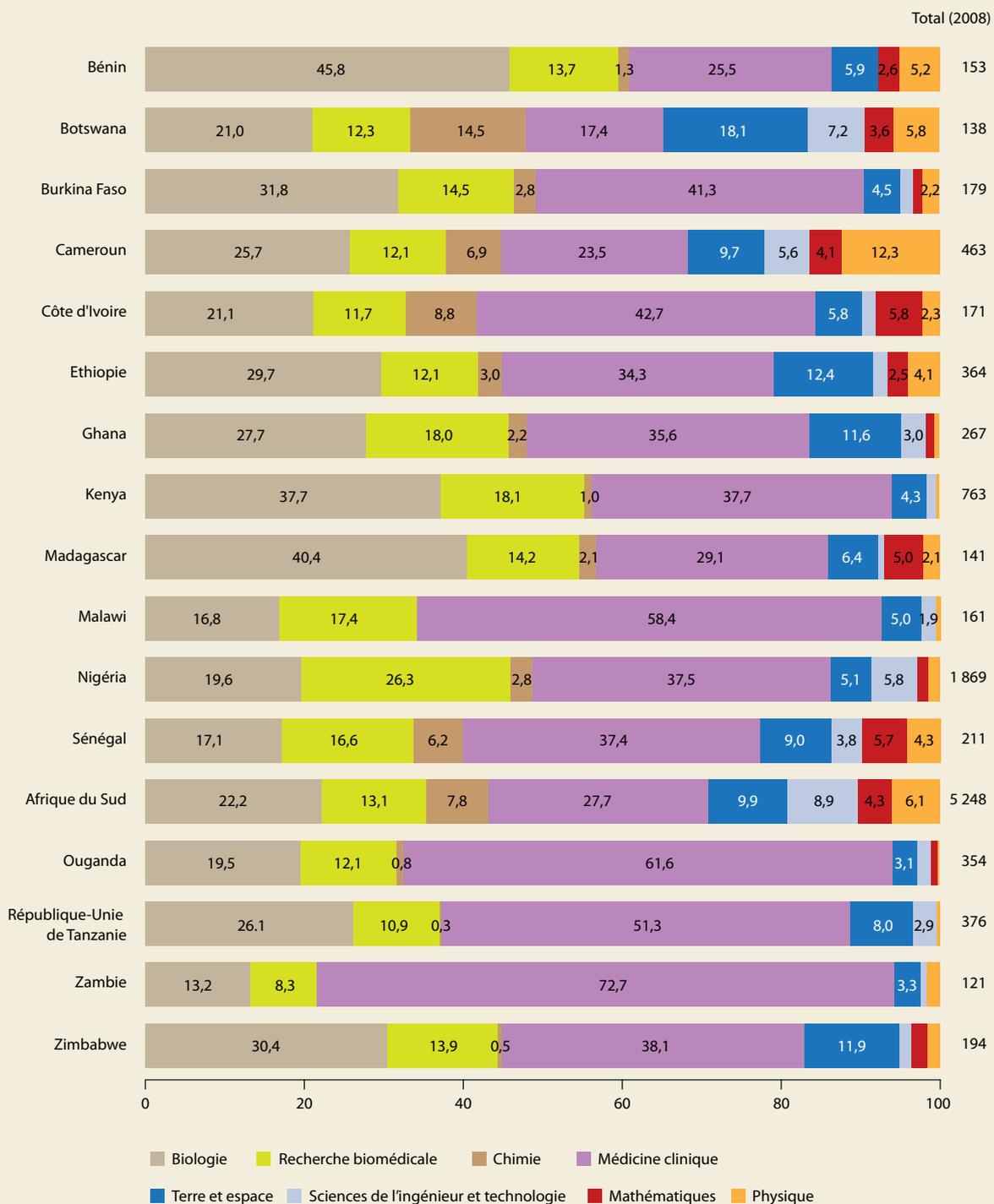
Le développement durable en Afrique va de plus en plus dépendre de sa capacité à trouver des solutions innovantes pour résoudre les problèmes existants, y compris dans le domaine de la production alimentaire, et aussi de sa capacité à produire et commercialiser des biens et services innovants. A cet égard, les politiques doivent être mises en place afin de développer les systèmes nationaux d'innovation et, ainsi, combler les lacunes existantes et renforcer les interactions entre les différents éléments essentiels du système. Les capacités entrepreneuriales doivent être renforcées, les partenariats inter-entreprises doivent être encouragés et les relations entre les secteurs public et privé consolidées. La mise en place de ce nouveau régime technologique nécessite qu'une attention particulière soit accordée aux secteurs de l'agriculture, de l'industrie, de l'énergie et de l'eau. Dans ces divers secteurs, la génération de nouvelles connaissances, le développement de nouvelles technologies et la promotion de l'innovation sont essentiels pour parvenir à la sécurité alimentaire, diversifier les produits manufacturés, réduire la pauvreté et protéger l'environnement et les réserves de ressources naturelles.

A cet effet, la CEA et l'UNESCO soutiennent l'engagement pris par le Nouveau partenariat pour le développement de l'Afrique (NEPAD) de créer des centres sous-régionaux et des réseaux d'excellence pour l'enseignement supérieur et la recherche afin de promouvoir les S&T dans les domaines d'action prioritaires pour le développement durable.

Les pays africains ne devraient pas sous-estimer le potentiel de la coopération Sud-Sud pour le développement de ces secteurs prioritaires. Des pays comme le Brésil, la Chine, l'Égypte, l'Inde et le Mexique ont tous pu développer, ces dernières années, des institutions de recherche d'envergure mondiale et sont de plus en plus impliqués dans la coopération Sud-Sud. Un exemple récent est celui du développement des biocarburants au Soudan dans le cadre de la coopération avec le Brésil et l'Égypte (Encadré 1).

L'Afrique subsaharienne

Figure 3 : Les publications scientifiques en Afrique subsaharienne suivant les principales filières scientifiques, 2008 (%)
Concernant les pays ayant produit plus de 100 publications en 2008



Source : Thomson Reuters (Scientific) Inc. Web of Science (Science Citation Index Expanded), compilés pour l'UNESCO par l'Observatoire canadien des sciences et des techniques, mai 2010

RAPPORT DE L'UNESCO SUR LA SCIENCE 2010

Tableau 4 : Les brevets accordés aux inventeurs africains par l'USPTO, 2005–2009

	2005				2006				2007				2008				2009				Total							
	D'utilité	D'invention	De plante	Redéposé	D'utilité	D'invention	De plante	Redéposé	D'utilité	D'invention	De plante	Redéposé	D'utilité	D'invention	De plante	Redéposé	D'utilité	D'invention	De plante	Redéposé	D'utilité	D'invention	De plante	Redéposé				
Afrique subsaharienne :																												
Afrique du Sud	87	16	5		109	13	5		82	30	3		91	32	1		93	39	6	1	462	130	20	1				
Bénin									1												1							
Burkina Faso																	1				1							
Cameroun									1								1				2							
Ethiopie									1												1							
Gabon									1												1							
Ghana									1												1							
Kenya	9	1			3				1				4				7				24	1						
Maurice													1								1							
Namibie									1												1							
Seychelles					2								1								3							
Tchad													1								1							
Zimbabwe	1				1				1								4				7							
États arabes en Afrique :																												
Algérie					1																1							
Égypte	7				4				12				2				3				28							
Maroc	1				3				1				4				1	2			10	2						
Tunisie	1				2								2								5							

Note : le pays d'origine est déterminé en fonction de la résidence du premier inventeur. Les brevets d'utilité concernent les nouvelles inventions.

Source : données de l'Office américain des brevets

Renforcer les relations entre les universités, les autorités publiques et les industries

Dans la plupart des pays africains, les interactions entre les universités et l'industrie sont rares et très peu d'universités dans la région mènent des travaux de recherche ou élaborent des programmes de formation qui répondent aux besoins de l'industrie. A cet inconvénient s'ajoute l'inadéquation entre les activités de R&D et les stratégies et objectifs nationaux pour le développement industriel. En conséquence, les industries locales et, plus particulièrement, les petites et moyennes entreprises, n'ont pas facilement accès aux résultats de recherche produits par les institutions de recherche publiques. En Afrique subsaharienne, le plus grand obstacle au développement des entreprises technologiques n'est pas seulement le manque de ressources mais aussi leur isolement. Les politiques actuelles en matière de S&T mettent l'accent sur les apports en R&D sans tenir compte du fait que l'innovation ne provient pas de l'agrégation de différentes formes d'infrastructure technologique mais plutôt de la qualité de l'organisation et de la circulation des ressources disponibles.

Selon les conclusions du Rapport de la Commission africaine (2009), les universités africaines ne sont pas suffisamment centrées sur les besoins de l'industrie. Le rapport soutenait qu'il était souvent difficile pour les diplômés de trouver un emploi alors même que de nombreuses petites entreprises manquaient de personnel ayant la formation et les compétences nécessaires pour stimuler l'innovation. Globalement, il existe une réelle inadéquation entre les besoins du secteur privé et les formations proposées dans les universités. L'isolement des chercheurs et des institutions de R&D est très souvent cité par les chercheurs africains pour expliquer les performances médiocres en ce qui concerne le renforcement des capacités technologiques. L'absence de liens entre les besoins des entreprises, des communautés et des institutions de recherche est un vrai problème pour le développement de l'innovation. Bien que la R&D soit concentrée dans les secteurs de l'agriculture et de la médecine, les services publics demeurent, en quelque sorte, un appendice périphérique au système universitaire dans la plupart des pays africains.

Encadré 1 : La coopération Sud-Sud pour les biocarburants : le cas du Soudan

En juin 2009, le Soudan a inauguré sa première usine de biocarburants. Dans les deux prochaines années, l'usine devrait produire 200 millions de litres d'éthanol à partir de la canne à sucre. L'usine a été construite en coopération avec la firme brésilienne Dedini, bénéficiant ainsi de la vaste expérience du Brésil en matière de biocarburants.

Un autre projet pour le développement des biocarburants au Soudan est mené en collaboration avec l'Égypte. Pour un coût de 150 millions de dollars US, le projet permet la production de biocarburants de seconde génération à partir de matières non combustibles comme les déchets agricoles tels que la paille de riz, les tiges et les feuilles. Cela s'avère être une bonne stratégie en raison

des impacts positifs sur l'environnement et la sécurité alimentaire. En transférant les déchets agricoles vers la production de l'éthanol, il n'est plus nécessaire de les brûler, ce qui par conséquent réduit la pollution. L'utilisation des déchets agricoles permet aussi d'éviter de sacrifier les denrées alimentaires pour la production énergétique.

Source : les auteurs

Afin de combler l'écart entre les scientifiques, les technologues et les industriels, les gouvernements africains doivent encourager et soutenir la création de centres de recherche et de formation interdisciplinaires au sein des universités dans les domaines de S&T qui promeuvent le développement de l'industrie locale. Une attention particulière doit être accordée au développement et à la consolidation des relations entre les instituts de technologie, les petites industries et le secteur agricole afin d'encourager la production d'outils et d'équipements simples et modernes qui permettront aux agriculteurs d'accroître leur productivité et leur efficacité (Encadré 2).

Il est également indispensable de créer de petites unités de recherche et de formation et de renforcer leurs capacités dans les domaines de la technologie de pointe pertinents pour l'industrie. Il s'agit, notamment, des technologies telles que le laser, la fibre optique, les matériaux composites, les produits pharmaceutiques, les produits chimiques et la biotechnologie. Ces centres devraient fonctionner comme des coentreprises entre les universités et l'industrie et devraient être régis par un conseil d'administration commun composé de responsables industriels locaux et d'universitaires. En outre, le renforcement des liens entre les institutions de recherche et l'industrie dépendra aussi de l'incitation du personnel qualifié, des étudiants de troisième cycle et des doctorants dans ces institutions à entreprendre des projets spécifiques de développement en étroite collaboration avec l'industrie.

Préserver le capital intellectuel et la biodiversité en Afrique

La mobilisation des S&T pour le développement durable en Afrique requiert la protection du capital intellectuel et l'accès aux technologies, lesquels sont régis par une série de

traités internationaux complexes. Il s'agit, notamment, de la Convention sur la biodiversité (1992) qui, dans son Article 8, reconnaît de façon explicite l'importance du savoir et des connaissances traditionnelles et définit un cadre garantissant que les populations locales peuvent effectivement bénéficier de l'appropriation et de l'utilisation de telles connaissances ainsi que des ressources biologiques de leur environnement. La Convention reconnaît à la fois les droits d'obtention végétale et les droits des agriculteurs. Ces ressources sont d'une grande importance pour le développement durable en Afrique et doivent, à cet effet, retenir suffisamment l'attention. Les variétés végétales qui sont protégées par la Convention internationale pour la protection des obtentions végétales (Convention UPOV) et l'Engagement international sur les ressources phytogénétiques (IUPGR) constituent les seuls instruments par lesquels l'Afrique peut renforcer ses capacités en S&T (CEA, 2005). A cet égard, la décision des Etats membres de l'Agence africaine de biotechnologie de dissoudre cette institution en avril 2008 est somme toute regrettable.

La Loi type adoptée par l'Union africaine en 2000 et régissant la protection des droits des communautés locales, des agriculteurs et des sélectionneurs, ainsi que la réglementation de l'accès aux ressources biologiques², a défini un cadre à travers lequel les lois nationales peuvent réguler l'accès aux ressources génétiques. Bien que cette Loi type ait été sévèrement critiquée pour avoir mis les pays africains sur la défensive, ainsi qu'en raison de sa complexité et sa lourdeur pour les pays au stade embryonnaire de leur développement, elle peut toutefois être un outil de référence pour repositionner l'Afrique dans le développement des STI

2 Voir www.grain.org/brl_files/oau-model-law-en.pdf

RAPPORT DE L'UNESCO SUR LA SCIENCE 2010

Encadré 2 : Songhai : un centre d'excellence en agriculture

Songhai est une ferme expérimentale créée à Porto Novo (Benin) en 1985 par le père dominicain Dr. Godfrey Nzamujo. Le but de cette ONG est de développer une agriculture intégrée et durable en vue d'accroître le niveau de vie des populations. Outre les activités d'élevage, de culture et d'aquaculture, la ferme mène des activités de recherche agricole et conduit des expérimentations sur les énergies renouvelables.

Songhai assure aussi des formations et fournit à la population

locale des services permettant de faciliter leur vie quotidienne. Par exemple, le centre produit et assure l'entretien de machines bien adaptés aux conditions locales et plus abordables que les modèles importés. Les produits du centre sont vendus sur place afin d'en tirer des revenus et de fournir des produits frais aux populations locales.

Après la visite de quelques responsables et officiels nigériens à la ferme expérimentale, un centre calqué

sur le modèle de Songhai a été créé à Amukpè dans l'Etat du Delta (Nigéria) en 2002.

En 2008, Songhai a été déclaré centre régional d'excellence par les Nations Unies et, l'année suivante, par la Communauté économique des États de l'Afrique de l'Ouest. Un Projet régional de développement de l'entrepreneuriat agricole a été lancé en 2008 en Afrique avec l'appui des Nations Unies.

Source : www.songhai.org

et pour protéger le savoir et les connaissances traditionnelles, le savoir technologique et les ressources biologiques des pays africains. Il s'agit là d'un important domaine d'action politique que l'Union africaine doit explorer en collaboration avec des partenaires comme l'Organisation mondiale de la propriété intellectuelle, l'Organisation régionale africaine de la propriété intellectuelle³ et l'Organisation africaine de la propriété intellectuelle⁴.

Il convient de noter que les Chefs d'Etat africains ont officiellement entériné la création de l'Organisation panafricaine de la propriété intellectuelle lors du Sommet de l'Union africaine à Addis-Abeba (Ethiopie), en janvier 2007. Cette organisation sera davantage un organe de coordination plutôt qu'un organisme d'enregistrement des droits de propriété intellectuelle. Au moment où ce rapport est rédigé, la création de l'Organisation panafricaine de la propriété intellectuelle n'était pas encore effective, bien qu'elle ait figuré à l'ordre du jour de la réunion AMCOST au Caire en mars 2010.

Un besoin urgent de développer les TIC

Les barrières de communication causées par le manque d'infrastructures de télécommunications et un accès limité aux technologies de l'information et de la communication (TIC) contribuent elles-aussi à l'isolement des scientifiques africains. Les TIC sont actuellement l'une des plus

grandes richesses des entreprises qui veulent accéder au marché mondial et, par conséquent, représentent l'un des principaux moteurs d'inclusion dans le « village planétaire ». Les TIC fournissent la principale plateforme de transfert de l'information et de la connaissance. Les pays les plus avancés en matière d'innovation technologique continuent d'investir massivement dans ces technologies. L'infrastructure publique ne peut donc plus seulement être pensée en termes de routes, de chemins de fer, d'énergie, de ports et d'aéroports. La disponibilité et l'accès rapide et abordable des connections Internet, ainsi que le développement de la téléphonie mobile, sont quelques unes des nouvelles infrastructures technologiques que les pays africains doivent mettre en place pour assurer leur compétitivité internationale à long terme. Il est donc primordial d'investir dans ces technologies afin de garantir une visibilité mondiale pour les entreprises et leur permettre ainsi de réaliser des transactions commerciales fructueuses.

Des pays comme le Nigeria, l'Afrique du Sud et l'Ouganda ont adopté des politiques en matière de TIC ces dernières années. Cependant, le taux de connection à Internet reste extrêmement limité (Figure 4). Au Nigéria, seulement 6,7 % de la population avait un accès à Internet en 2007. Il faudrait toutefois prendre en compte le point de départ en 2002 : 0,3 % de la population. Les progrès ont été plus lents en Afrique du Sud où le taux de connection à Internet est passé de 6,7 % à 8,2 % durant la même période. Quant à l'Ouganda, les progrès y ont également été lents, avec un taux de connection à Internet qui est passé de 0,4 % en 2002 à 2,5 % quatre années plus tard.

3 L'ARIPO est une organisation intergouvernementale créée en 1976 et qui compte 16 Etats membres de l'Afrique subsaharienne anglophone.

4 L'OAPI est constituée depuis 1977 de 16 pays de l'Afrique subsaharienne francophone, lusophone et hispanophone.

Le lancement du satellite nigérian NigComSat-1 en 2007 devrait apporter des solutions pour l'amélioration des télécommunications en Afrique dans les années à venir. Un certain nombre d'initiatives internationales ont également été développées afin d'accompagner l'Afrique dans le déploiement de son infrastructure informationnelle. Parmi ces initiatives, l'une des plus prometteuses est probablement le Partenariat UE-Afrique (Encadré 3).

Le syndrome de la fuite des cerveaux

Le problème grandissant du continent africain quant à la viabilité de ses ressources ne pourra être résolu par les seuls experts extérieurs, malgré leurs bonnes intentions. Comment donc l'Afrique subsaharienne peut-elle stimuler et soutenir ses chercheurs talentueux de sorte qu'ils participent à une recherche orientée vers la résolution de problèmes ? Sans aucun doute, le phénomène le plus inquiétant en Afrique reste la fuite des cerveaux, aussi bien au niveau interne qu'externe.

Encadré 3 : Sciences, TIC et espace, un partenariat UE-Afrique

En décembre 2007, le Sommet Union européenne-Union africaine qui s'est tenu à Lisbonne a conduit au lancement du partenariat UE-Afrique dans huit domaines distincts. L'un de ces partenariats porte sur la Science, la société de l'information et l'espace. Plusieurs projets phares sont en cours de mise en oeuvre dans le cadre de ce partenariat, conformément aux priorités identifiées par le *Plan d'action consolidé de l'Afrique dans le domaine de la science et la technologie* (voir page 48), ainsi que par le *Plan d'action régional africain pour l'économie du savoir* adopté en 2005 lors du Sommet mondial sur la société de l'information, en Tunisie.

Au titre de la composante scientifique du partenariat figurent des subventions de recherche en Afrique représentant une valeur de 15 millions d'euros, ainsi que l'attribution au Projet africain « Eau et sécurité alimentaire : une meilleure santé pour l'Afrique » d'un financement de 63 millions d'euros.

La Commission de l'Union africaine, quant à elle, a contribué à hauteur de 1 million d'euros pour la première année au projet « Vulgarisation de la science et de la technologie et promotion de la participation publique ». Par ailleurs, la première cérémonie de remise du prix Femmes scientifiques

africaines s'est tenue le 9 septembre 2009, Journée de l'Afrique.

Concernant les TIC, le projet Africa-Connect visera, grâce à l'amélioration de la bande passante, à faciliter l'intégration de la communauté de recherche africaine tant au niveau régional qu'international. Entre-temps, le Système africain d'échange par Internet (AXIS) soutiendra le déploiement des infrastructures Internet à l'échelle du continent. Un troisième projet porte sur le lancement du Campus virtuel africain. Grâce aux financements de la Commission européenne, de la Banque africaine du développement, de l'Espagne et du Japon, l'UNESCO est en passe d'établir des campus virtuels dans les universités de 15 pays d'Afrique de l'ouest. Un système de câbles sous-marins multipoint de fibre optique de 10 000 km de long est également en construction. Enfin, un projet financé par l'Organisation mondiale de la santé appuie les activités de télémédecine en Afrique.

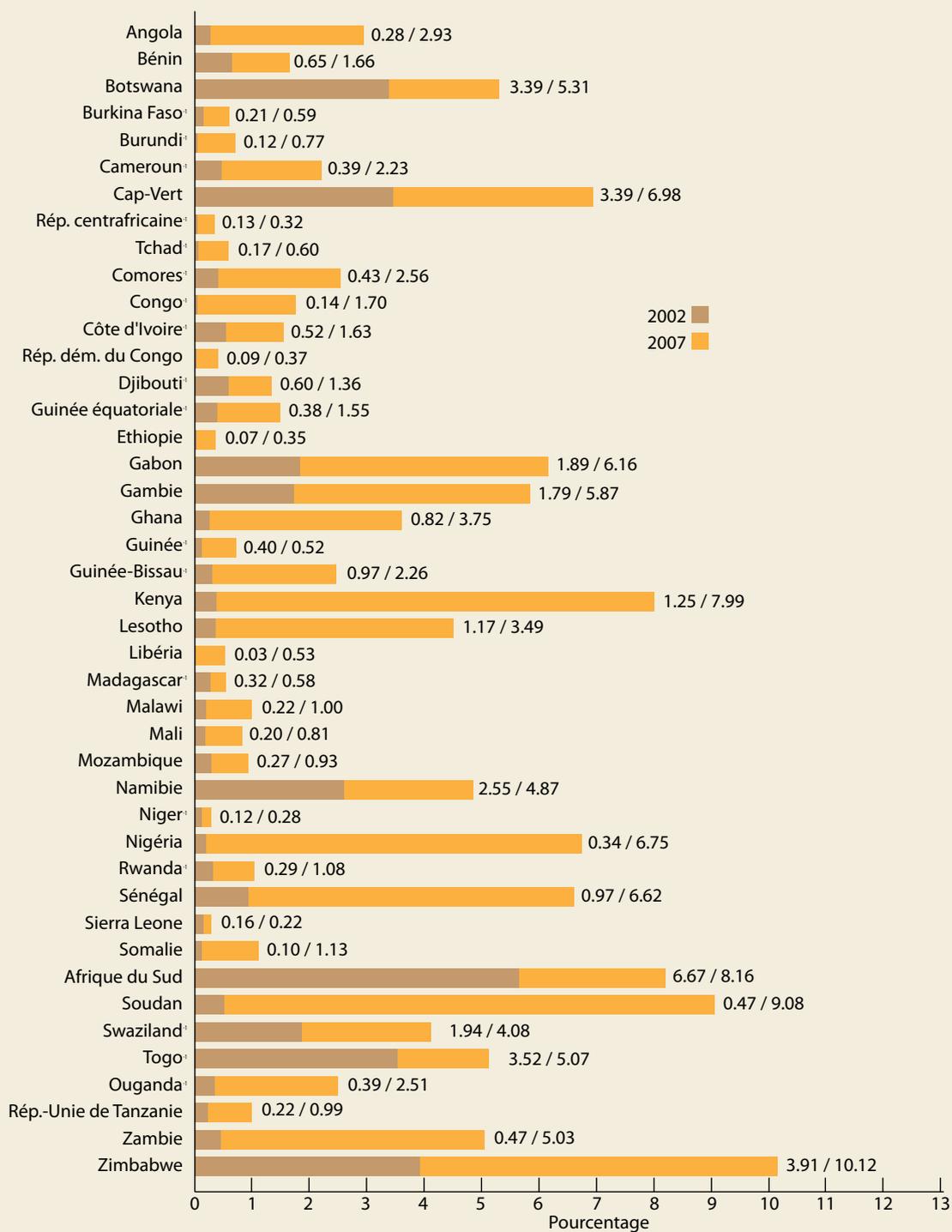
En ce qui concerne l'exploration de l'espace intérieur, la Surveillance mondiale en faveur de l'environnement et la sécurité (GMES, pour Global Monitoring for the Environment and Security) est une initiative européenne visant à l'établissement d'une capacité européenne pour l'observation de

la Terre. Le projet GMES et L'Afrique a été lancé par la Déclaration de Maputo, signée le 15 octobre 2006. Ce projet a pour objectif de développer l'infrastructure pour une exploitation plus cohérente des données d'observation de la Terre, des technologies et des services à l'appui des politiques environnementales mises en place en Afrique. Un Plan d'action devra être soumis pour approbation lors du prochain Sommet Union européenne-Union africaine en 2010 ; il est en cours d'élaboration par le Groupe de coordination GMES et Afrique, composé de sept membres européens et sept membres africains. Parmi les projets proposés, le projet Kopernicus-Africa sera centré sur l'utilisation de satellites de télédétection pour la Surveillance africaine en faveur de l'environnement et la sécurité. Un second projet mettra l'accent sur le renforcement des capacités de la Commission de l'Union africaine pour lui permettre d'employer les sciences géospatiales pour la gestion des ressources naturelles, la sécurité alimentaire et la gestion des crises, parmi d'autres applications.

Source : www.africa-eu-partnership.org/documents/documents_en.htm

RAPPORT DE L'UNESCO SUR LA SCIENCE 2010

Figure 4 : Usagers de l'Internet pour 100 habitants en Afrique subsaharienne, 2002 et 2007
Pays sélectionnés



-n : nombre d'années n avant l'année de référence

Source : Division des Statistiques des Nations Unies, Indicateurs des Objectifs du millénaire pour le développement

Une déclaration sur le sujet, intitulée *La fuite des cerveaux en Afrique*, fut présentée par le Réseau des académies des sciences d'Afrique (Encadré 4) lors du sommet G8+5 en juillet 2009. Elle indique qu'en moyenne, un tiers des scientifiques et technologues africains vivent et travaillent dans les pays développés. Les éléments déterminants de cet exode des compétences sont, notamment, les maigres financements dédiés à l'éducation, les mesures d'incitation insuffisantes pour la recherche et l'innovation, les crises politiques et religieuses, l'absence de réglementations appropriées pour protéger les droits de propriété intellectuelle et, plus important encore, un système défaillant de reconnaissance et de récompense des chercheurs, des enseignants et des technologues travaillant dans les institutions de recherche et les universités. Ce sont autant de facteurs qui ont incité les scientifiques nationaux à émigrer vers les pays développés. La question primordiale n'est pas simplement de ramener les expatriés africains au bercail. Il s'agit plutôt de chercher à transformer l'exode des compétences en gain de compétences, en améliorant les conditions au niveau national.

L'Ouganda figure parmi les dix premiers pays en développement pour la perte de citoyens diplômés d'université : soit 36 % (ATPS, 2007). Les médecins et les chercheurs sont les premiers concernés par cet exode. Le rapport publié en juillet 2009 sur la situation économique de l'Ouganda en 2008 indique que les transferts de fonds des ougandais travaillant à l'étranger sont passés de 546 millions de dollars US en 2007/2008 à 748 millions de dollars US l'année suivante. Les salaires médiocres – même comparés aux normes en Afrique de l'Est – poussent un bon nombre de professionnels ougandais à quitter le pays, à la recherche de meilleures opportunités. Les secteurs de l'éducation et de la santé en Ouganda ont été très affectés par cet exode. En Juin 2010, lors de la présentation du budget national pour 2010/2011, le Président Yoweri Kaguta Museveni a annoncé une augmentation salariale de 30 % pour les scientifiques, financée sur un budget de 18 milliards de Shillings ougandais (soit 8 millions de dollars US) [Nordling, 2010c].

L'Ouganda est également confronté à un exode interne des compétences. Une étude de suivi entreprise par le Conseil national de l'Ouganda pour l'éducation supérieure (2006) et ciblant 1000 étudiants fraîchement diplômés a tenté d'estimer la période de temps nécessaire à ces jeunes diplômés pour trouver un emploi bien rémunéré. Le secteur public n'embauche que 32 % des diplômés tandis que la majorité (53 %) doit trouver un emploi dans le secteur privé. Parmi ces diplômés, ceux des filières de médecine vétérinaire et de sciences sociales attendent plus longtemps – plus

de neuf mois – pour une proposition d'embauche. Une analyse du marché du travail révélait un nombre insuffisant de médecins, d'ingénieurs, de techniciens spécialisés et de professeurs de sciences alors même qu'on assistait à une recrudescence de diplômés en arts, finance et comptabilité ainsi que de travailleurs sociaux. Une analyse des offres d'emplois publiées dans les principaux journaux ougandais durant la période 2002–2004 indiquait un faible nombre d'opportunités dans le domaines des sciences, la majorité des offres d'emploi étant concentrée dans le secteur des services.

L'Ouganda n'est pas le seul pays à avoir pris des mesures énergétiques en vue d'améliorer son système de reconnaissance et de récompense. En début 2009, le gouvernement camerounais a profité de l'annulation d'une partie de sa dette pour créer un fonds permanent de 4,2 milliards de Francs CFA (environ 9,5 millions de dollars US) et revaloriser les salaires des enseignants et chercheurs dans les universités. Les maîtres de conférences ont vu leur salaire tripler du jour au lendemain et atteindre 1600 dollars US. En moins d'un an, le nombre d'universitaires ayant bénéficié de l'allocation supplémentaire est passé de 1800 à plus de 2500, suggérant ainsi une intention d'inciter un certain nombre de scientifiques à rentrer au pays. Un effet majeur de cette mesure a été l'augmentation du nombre d'articles scientifiques produits par les universités publiques (Mvondo, 2010).

En novembre 2007, la Zambie annonçait la réintroduction des allocations pour le personnel universitaire du secteur public afin de proposer des salaires plus attractifs par rapport à ceux des chercheurs d'autres pays africains. D'autres mesures visant à réduire la fuite des cerveaux ont été présentées par le ministère de l'Éducation. Il s'agit entre autres de bourses d'études plus élevées pour la recherche académique, de prêts au logement pour le personnel universitaire et – une première en Zambie – de financements pour les revues publiées par l'Université de Zambie et l'Université Copperbelt (Ngandwe, 2007). En 2008, la Zambie a reçu un prêt de 30 millions de dollars US de la Banque africaine de développement destiné au soutien à l'enseignement et à la recherche à l'Université de Zambie ainsi qu'à l'octroi de bourses d'études de troisième cycle à près de 300 étudiants dans les filières scientifiques et d'ingénieur. Lors du sommet de l'Union africaine en 2007, le Président Levy Patrick Mwanawaza déclarait que le renforcement des capacités en « *science et technologie est la seule voie de développement du pays* ».

Le Botswana est un autre exemple. Le Botswana, l'une des économies les plus performantes en Afrique, dépensait

Encadré 4 : Le Réseau des académies des sciences d'Afrique

Le Réseau des académies des sciences d'Afrique a été établi en décembre 2001. Il s'emploie à accélérer le rythme auquel les académies membres mettent au point les meilleures pratiques visant à leur apporter les outils et moyens nécessaires pour conseiller les gouvernements sur les réformes des politiques en matière de STI. Actuellement, le consortium comprend 16 membres nationaux, en plus de l'Académie africaine des sciences.

Fondée à Nairobi en 1986, l'Académie africaine des sciences a la double mission d'honorer les Africains qui réussissent dans le domaine des S&T et de mobiliser la communauté africaine en S&T pour la promotion d'un développement fondé sur la science en Afrique. Les membres de l'Académie africaine des sciences travaillent ensemble dans le cadre d'une recherche transdisciplinaire dans le but de venir à bout des nombreuses difficultés de développement auxquelles l'Afrique est confrontée. Ils conduisent par le biais de cette Académie des activités de R&D et en assurent la diffusion des résultats. Ils organisent également des programmes de formation et entreprennent des actions de sensibilisation de l'opinion publique.

Tableau : les 16 académies africaines de sciences

Année de création

2010	Académie des sciences d'Éthiopie
2009	Académie des sciences de Mozambique
2008	Académie nationale des sciences du Soudan
2007	Académie des sciences et techniques de l'île Maurice
2006	Académie Hassan II des sciences et techniques, Maroc
2006	Académie des sciences de Tanzanie
2005	Académie des sciences du Zimbabwe
2001	Académie des sciences d'Afrique du Sud
2000	Académie nationale des sciences de l'Ouganda
1999	Académie nationale des sciences et techniques du Sénégal
1990	Académie des sciences du Cameroun
1983	Académie nationale des sciences du Kenya
1977	Académie des sciences du Nigéria
1959	Académie des sciences et des arts du Ghana
1948	Académie de la recherche scientifique et la technologie, Égypte
1902	Académie nationale des arts, des lettres et des sciences de Madagascar

Source : les auteurs

Plus d'informations sur www.nasaonline.org

des millions de dollars chaque année pour soutenir près de 7000 botswanais étudiant dans des universités étrangères. Afin de stopper le phénomène des étudiants désertant le pays, le Parlement a approuvé en janvier 2006 les plans de construction de l'Université internationale de science et technologie du Botswana. La construction de l'université a débuté en avril 2009, sur un site de 2500 hectares dans la ville de Palapye située à 270 km au nord de Gaborone. Financé sur le mode d'un partenariat public-privé, l'université concentrera ses activités dans les filières de l'ingénierie, l'exploitation minière, la géologie et les sciences fondamentales. Pour son ouverture prévue en 2011, l'université abritera initialement des

laboratoires et des résidences pour 250 étudiants. Un pôle de recherche est prévu ultérieurement (Makoni et Scott, 2009).

S'inspirant du modèle du football

Si l'insuffisance des infrastructures en TIC et l'absence de véritables réseaux scientifiques sont des obstacles à la circulation des connaissances à travers le continent – sans oublier la barrière de la langue entre les pays francophones, anglophones et lusophones – les chercheurs et ingénieurs africains sont également confrontés à une barrière physique : la difficulté à voyager librement à travers le continent. La question de l'allègement des réglementations et procédures

en matière d'immigration pour faciliter la mobilité des experts internationaux, et particulièrement des expatriés africains, a régulièrement figuré à l'ordre du jour des sommets de l'Union africaine sans jamais aboutir à une solution concrète.

Lors de l'atelier organisé par le Réseau d'études des politiques africaines de technologie (ATPS) à Nairobi, au Kenya, en mars 2010, une idée originale visant à transformer le phénomène de l'exode des cerveaux en un gain temporaire de compétences a été débattue. Il a été suggéré que les gouvernements africains devraient s'inspirer du modèle de la Fédération internationale de la Football Association (FIFA) pour les chercheurs et scientifiques africains travaillant à l'étranger. Suivant le modèle de la FIFA, les clubs de football étrangers peuvent autoriser leurs joueurs à prendre part aux grands événements sportifs tels que la Coupe d'Afrique des Nations organisés sur le continent. Suivant cette perspective de « *fifarisation* », les chercheurs et scientifiques travaillant à l'étranger pourraient rentrer dans leurs pays respectifs si l'occasion se présentait et demander la permission de participer occasionnellement aux débats concernant la marche à suivre pour le développement national des STI. Une fois leur mission accomplie, ils pourraient retourner dans leurs pays de résidence. Suivant cette logique, on pourrait par exemple envisager qu'une équipe de professionnels de santé basée aux États-Unis et en Europe puisse de temps à autre se rendre en Afrique pour partager son savoir et ses expériences. Cette idée a été chaleureusement applaudie lors des divers fora sur les STI en Afrique.

Une approche similaire pour combattre la fuite des cerveaux hors d'Afrique a été proposée par le Réseau des académies des sciences d'Afrique (NASAC). Dans leur déclaration présentée lors du sommet G8+5 en juillet 2009, les Académies reconnaissent les opportunités offertes par la diaspora africaine et demandent la mise en œuvre de nouvelles politiques pour exploiter les connaissances et l'expertise ; et ainsi dynamiser le progrès scientifique et économique en Afrique suivant l'exemple du Nigéria (voir page 61). Cette approche modifie le sens du phénomène longtemps perçu comme un mouvement unilatéral des connaissances hors d'Afrique en des échanges bilatéraux impliquant des projets communs entre les chercheurs africains installés à l'étranger et les communautés scientifiques en Afrique.

Les pays développés sont appelés à soutenir l'Afrique dans ses efforts d'amélioration de son infrastructure de S&T, pour

le développement de la coopération scientifique Nord-Sud et par la promotion des politiques visant une plus grande mobilité des scientifiques au-delà des frontières.

La déclaration présentée au G8+5 par le NASAC propose cinq mesures visant à combattre la fuite des cerveaux hors d'Afrique :

- Investir dans la reconstruction d'universités et de centres de recherche en Afrique afin de permettre aux scientifiques africains de s'impliquer davantage dans les projets de recherche de niveau international sans avoir à quitter leurs pays ;
- Accroître l'aide financière accordée aux jeunes scientifiques africains pour poursuivre des études de troisième cycle et des formations doctorales dans les universités africaines et dans d'autres pays en développement ;
- Créer des centres d'excellence régionaux et internationaux dans les domaines d'études et de recherche utiles au développement de l'Afrique, particulièrement en relation avec les Objectifs du millénaire pour le développement. Ces centres devraient promouvoir une collaboration internationale pour la résolution de problèmes spécifiques à l'Afrique ;
- Elargir les efforts visant à encourager la diaspora africaine à prendre part aux initiatives portant sur les questions scientifiques et à inciter les scientifiques africains à contribuer au développement de projets communs. A cet effet, des politiques pourraient être élaborées de manière à encourager des séjours de courte durée et les projets en collaboration impliquant la diaspora africaine et les scientifiques restés dans leurs pays, élargissant ainsi les échanges scientifiques Nord-Sud et favorisant le développement d'une base de données regroupant les Africains hautement qualifiés de la diaspora ;
- Respecter l'engagement pris par les pays du G8+5 lors du sommet du G8 en 2005, en s'appuyant sur les recommandations du rapport Notre intérêt commun publié par la CEA, laquelle appelle ses membres à fournir un montant de 5 milliards de dollars US pour la reconstruction des universités et 3 milliards de dollars US pour soutenir la création de centres scientifiques d'excellence en Afrique.

RAPPORT DE L'UNESCO SUR LA SCIENCE 2010

Positionner la science au cœur de la société

Enfin, il est nécessaire de domestiquer les S&T en Afrique. Tous les acteurs clés doivent contribuer au processus de formulation et de mise en œuvre de politiques allant dans ce sens au travers d'un dialogue national. Ceci dans le but de dépasser les politiques focalisées strictement sur une poignée de chercheurs et universitaires isolés, mal rémunérés et mal équipés. Cela permettra d'éviter les politiques élitistes, de définir et renforcer les rôles respectifs des institutions publiques, des partenaires internationaux, des universités, des ONG, des organisations féminines, de la société civile et du secteur privé (CEA, 2005). Cela permettra aussi de garantir que les politiques sont principalement conçues pour répondre aux besoins des utilisateurs finaux et des clients. A cet égard, la lutte contre l'analphabétisme devrait viser à donner aux garçons et aux filles les mêmes chances en matière de S&T.

Différents moyens doivent être envisagés pour promouvoir la vulgarisation de la science et pour s'assurer que les informations en S&T parviennent à tous les acteurs clés par le biais des canaux de communication tels que les centres et les musées scientifiques, les émissions de radio dédiées aux agriculteurs, les formations aux médias destinées aux scientifiques, les bibliothèques publiques spécialisées dans les S&T, les brochures et autres imprimés, les journées de la science, les compétitions scientifiques inter-établissements, les conférences publiques, les foires scientifiques, les académies et les associations, l'éducation des adultes, les centres de démonstration, les récompenses décernées au niveau national, les jeux-questionnaires en science, les bulletins d'information scientifique, les expositions, les clubs scientifiques, les festivals scientifiques, etc.

Le Conseil national pour la science et la technologie du Kenya travaille avec le Réseau d'études des politiques africaines de technologie (ATPS) sur un projet intitulé *Science, éthique et responsabilité technologique* dans les pays émergents et en développement (SETDEV) dans le cadre du septième programme-cadre de l'Union européenne pour la recherche et le développement. L'objectif général de ce projet est d'encourager une collaboration entre un pays émergent (l'Inde, en l'occurrence) et un pays en développement (le Kenya) en vue d'élaborer leurs propres perspectives en matière de socialisation de la recherche. Le Conseil national pour la science et la technologie contribue à l'élaboration d'un *Manuel sur la socialisation de la science et la recherche technologique au Kenya* dont les conclusions pourront orienter les plans de mise en œuvre pour le programme *Vision 2030* du Kenya (voir page 59).

UNE STRATEGIE REGIONALE POUR DEVELOPPER LES STI EN AFRIQUE

Plan d'action consolidé de l'Afrique dans le domaine de la science et la technologie

Nous avons souligné dans la précédente section qu'il existe en matière de niveau d'investissements en R&D et de productivité scientifique, d'importantes disparités entre l'Afrique du Sud et le reste de l'Afrique subsaharienne où un très petit nombre de pays produisent un volume conséquent de publications. Cependant, il existe aussi de grandes disparités en termes de développement économique, dans la mesure où une grande partie de la population africaine est exclue des bénéfices apportés par les STI. Les inégalités de répartition des revenus ont engendré un effondrement de la demande interne pour les produits manufacturés et par ricochet, ont entravé le processus d'apprentissage des entreprises. Ces facteurs ont également eu de graves répercussions en ce qui concerne l'exode de scientifiques, experts et autres employés qualifiés.

Ces dernières années, l'une des stratégies les plus ambitieuses en matière de renforcement des STI en Afrique a été l'adoption du Plan d'action consolidé de l'Afrique dans le domaine de la science et la technologie pour la période 2008–2013 (CPA). Le fait que les pays africains soient à différents stades de développement de leurs politiques nationales en STI rend encore plus difficile l'instauration d'une politique commune pour l'Afrique. Il a été suggéré lors de divers fora qu'un tel processus pourrait être relancé à travers l'élaboration d'une politique régionale en STI qui serait intégrée ultérieurement au Plan d'action consolidé de l'Afrique, de portée continentale. Le CPA est un cadre permettant de canaliser les fonds et investissements pour les S&T à travers le continent africain. Adopté en 2005 par les ministres africains de la science, avec l'appui des agences d'aide au développement, le CPA est régi par l'AMCOST. Outre la proposition d'une liste de projets, le CPA donne la priorité aux programmes de R&D dans quatre domaines : les biosciences, l'eau, les sciences des matériaux et les technologies de fabrication ainsi que les TIC. Il assure également la coordination de l'aide scientifique et a mis un terme à la logique traditionnelle qui voulait que les donateurs choisissent les projets à financer en fonction de leurs propres priorités (Nordling, 2010a).

Dans la Déclaration adoptée lors du Sommet de l'Union africaine à Addis-Abeba en janvier 2007, les chefs d'État et de gouvernement ont invité l'UNESCO à travailler en étroite collaboration avec l'Union africaine et le secrétariat du

NEPAD pour la mise en œuvre du CPA. Pour accompagner ce processus, l'UNESCO a adopté plus tard dans la même année son Initiative en faveur des politiques africaines en science, technologie et innovation, couvrant la période 2008–2013. Cette initiative comprend une évaluation de l'état actuel du processus de formulation des politiques en matière de STI en Afrique, ainsi que le conseil et l'assistance technique pour la révision des politiques nationales en STI, l'élaboration d'indicateurs STI communs à toute l'Afrique, la création d'un Observatoire africain des STI et le lancement d'un parc scientifique pilote en Afrique.

Cinq ans après l'adoption du CPA, plusieurs organismes de financement sont déçus par les progrès réalisés, certains le déclarant même inexistant (Nordling, 2010a). Des spécialistes du développement soulignent aussi que très peu de décideurs au niveau national soutiennent encore le CPA comme cela avait été le cas au moment de son adoption. On a constaté que le mécanisme de la CPA servant à canaliser les financements des bailleurs de fonds, à savoir les Installations africaines pour la science et les innovations, n'est pas encore mis en œuvre. Malgré cela, le CPA reste toujours le cadre régissant les activités en STI sur le continent, comme le souligne Aggrey Ambali, Conseiller en S&T au NEPAD (Nordling, 2010a).

Des progrès considérables ont été effectivement réalisés concernant plusieurs programmes individuels répertoriés dans le CPA, particulièrement dans les domaines des biosciences et de la recherche sur l'eau. En outre, le CPA aura réalisé un autre de ses objectifs lorsque son Initiative africaine sur les indicateurs de la STI (ASTII) publiera en juin 2010 les premières statistiques en R&D à l'échelle panafricaine. Ayant pris les rênes de l'AMCOST en mars 2010, l'Égypte doit maintenant prendre fait et cause pour la résurrection des attentes initiales du CPA.

Pour relancer le CPA, il a été suggéré premièrement, que sa mise en œuvre soit recentrée sur les résultats et la coordination ; deuxièmement, que l'Union africaine et le NEPAD fassent preuve de leadership et, troisièmement, qu'il y ait un soutien politique et financier de la part des pays africains.

Il a été également suggéré que l'absence de dialogue, de collaboration, de coordination et d'harmonisation des différentes initiatives destinées à la promotion des S&T à travers le continent constitue une autre entrave à l'intégration régionale. Parmi ces initiatives, on distingue l'Initiative de développement des Académies des sciences d'Afrique (Encadré 5), l'Initiative de l'UNESCO en faveur

des politiques africaines en science, technologie et innovation, le Projet Knowledge Management Africa (Encadré 6) et le programme du NEPAD pour la science et la technologie.

La persistance du micro-nationalisme attise des rivalités, dressant ainsi un obstacle supplémentaire à la coopération régionale. Chaque pays préfère abriter les institutions sur son propre territoire plutôt que de créer des centres d'excellence sur la base des avantages comparatifs respectifs. Il existe des centres internationaux qui peuvent servir de modèles pour les nouveaux centres d'excellence. Le Centre international de physiologie et d'écologie des insectes (ICIPE) et l'Institut international d'agriculture tropicale (IITA) sont deux exemples de centres qui jouissent à la fois de financements stables et d'un leadership scientifique exceptionnel. Au fil des années, ils ont pu asseoir leur reconnaissance mondiale⁵.

Initiative africaine sur les indicateurs de la STI

En septembre 2005, l'AMCOST a mis en place un comité intergouvernemental comprenant toutes les autorités nationales compétentes pour développer, adopter et utiliser les indicateurs communs qui permettent d'analyser le développement des S&T en Afrique. Ce système d'indicateurs constituera le pilier de base du rapport sur les Perspectives de l'innovation africaine, lequel portera sur les développements en STI au niveau national, régional et continental. Les indicateurs peuvent aussi être utiles pour le suivi général de l'évolution technologique, les exercices de prospective et pour la détermination des domaines spécifiques devant bénéficier d'une promotion des investissements. Un exemple de ces indicateurs est l'objectif des pays africains de consacrer 1 % de leur PIB à la DIRD.

Le comité intergouvernemental a été chargé de :

- Considérer et s'accorder sur les définitions, les indicateurs et les méthodes communes pour mener des études en STI. Il devra aussi déterminer les possibilités

⁵ En Juin 2010, le Centre international de physiologie et d'écologie des insectes a développé un collier de protection pour le bétail qui repousse les mouches tsé-tsé. Le collier exhale l'équivalent synthétique de l'odeur des animaux que les mouches tsé-tsé évitent d'approcher. Les mouches transmettent la trypanosomiase, une maladie qui tue, chaque année, près de trois millions du bétail. L'Union européenne a signé un contrat de 1,8 millions de dollars US avec le Centre pour tester les colliers de protection avec les bergers Massai au cours des trois prochaines années (Adhiambo, 2010).

Encadré 5 : L'Initiative de développement des Académies de sciences d'Afrique

L'Initiative de développement des Académies de sciences d'Afrique (ASADI) représente 10 années d'efforts dédiés au renforcement des académies de sciences africaines afin qu'elles deviennent des partenaires plus efficaces dans le processus de développement des politiques. Lancée en 2004 grâce aux financements de la Fondation Bill et Melinda Gates, l'initiative est gérée par l'Académie nationale américaine des sciences, par l'intermédiaire du comité directeur chargé du développement de l'Académie africaine de sciences à l'Institut de médecine de Washington DC.

L'ASADI travaille en collaboration avec les académies africaines des sciences pour développer et mettre en oeuvre des mécanismes leur permettant de formuler à l'attention des gouvernements nationaux des avis apolitiques, indépendants et fondés sur des faits empiriques. L'ASADI apporte son soutien pour le renforcement des capacités aux académies de sciences du Nigéria, de l'Afrique du Sud et de l'Ouganda. La collaboration avec ces

académies par le biais d'un système de bourses et subventions permet de développer l'infrastructure, le personnel, les relations entre chaque académie et son gouvernement ainsi que des procédures strictes en matière de formulation de conseils stratégiques. Les académies du Cameroun, Ghana, Kenya et du Sénégal sont également soutenues dans le cadre de ce système, ainsi que l'Académie régionale africaine des sciences, en particulier son plan stratégique. Il est prévu que l'initiative s'étende à d'autres académies africaines.

L'ASADI a déjà facilité une étroite collaboration entre les académies, les instituts de recherche, les universités et les autres institutions de S&T africaines. Elle encourage également la coopération entre les académies africaines et la Société royale du Canada, la Société royale du Royaume-Uni ainsi que l'Académie royale néerlandaise des arts et des sciences.

Outre le renforcement des capacités, l'initiative s'emploie à éclairer les décisions stratégiques des gouvernements africains et les

discours publics sur les questions relatives à l'amélioration de la santé humaine et tous les autres domaines de développement. De cette façon, elle permet aux gouvernements africains de mieux apprécier les avantages des processus décisionnels fondés sur les faits et analyses.

Chaque année, le comité de l'ASADI organise une conférence internationale sur un thème spécifique et d'une importance capitale pour l'Afrique. Cet événement rassemble les représentants américains et africains des académies de sciences, les décideurs politiques et les experts autour d'un thème spécifique de discussion.

Ces rencontres mettent particulièrement l'accent sur ce que les académies peuvent faire en vue de peser sur l'élaboration des politiques relatives aux problèmes en question. Les années précédentes, les conférences étaient focalisées sur les questions de sécurité alimentaire, l'eau, la santé et sur la réalisation des Objectifs du millénaire pour le développement.

Source : les auteurs

- d'intégrer les indicateurs de STI dans le Mécanisme africain de revue par les pairs⁶ ;
- Identifier et désigner les autorités nationales compétentes pour la collecte et l'analyse des indicateurs de STI ;
- Concevoir et adopter un plan de travail en vue de la préparation du rapport sur les *Perspectives de l'innovation africaine* ;
- Promouvoir le partage des expériences et de l'information relatives aux enquêtes nationales sur les STI ;
- Développer, publier et diffuser largement un *Manuel sur les indicateurs africains dans le domaine des STI* ;
- Considérer et s'accorder sur les possibilités de créer et gérer un observatoire sur les STI ;
- Participer aux comités et/ou aux processus internationaux sur les indicateurs de STI. Cela nécessitera des collaborations plus étroites avec l'OCDE et d'autres plate-formes et programmes régionaux pour les indicateurs de STI ;
- Réexaminer les résultats d'enquêtes nationales et proposer des politiques communes visant à promouvoir les STI.

6 Ce mécanisme volontaire a été introduit par l'Union africaine en 2005 dans le but d'aider les pays à améliorer leur gouvernance. Les pays développent un rapport d'auto-évaluation et un programme d'action qui sont ensuite soumis au secrétariat en Afrique du Sud et, plus tard, rendus publics par l'équipe de révision du pays. Les progrès des pays en matière de mise en oeuvre de leur programme d'action sont revus au cours des années suivantes.

Le Comité a bénéficié du concours du groupe d'experts mis en place par le NEPAD. En 2010, ce groupe de travail préparait un document proposant des indicateurs et directives pour la réalisation des enquêtes. Ce document devrait être l'outil de référence pour initier un processus intergouvernemental permettant aux États africains de s'accorder sur les définitions et les méthodes et, lorsque celles-ci n'existent pas, de les développer.

Depuis 2008, des séminaires de formation sous-régionaux et des ateliers sur les indicateurs pertinents en matière de STI ont été organisés conjointement par l'UNESCO et l'Union africaine pour l'Afrique anglophone et francophone. Les organisateurs donnent également des conseils sur l'élaboration de questionnaires, de manuels et de la documentation nécessaire à la collecte nationale de données STI.

Vers un Observatoire africain des STI

Pour une utilisation efficace des indicateurs, ces derniers doivent être intégrés au processus de développement des politiques. Cela requiert l'interaction des acteurs clés, y compris les décideurs politiques et les statisticiens. Ce processus d'interaction permettra à chaque groupe de s'impliquer davantage dans son domaine d'expertise ; à savoir l'analyse et l'élaboration des politiques d'une part et l'élaboration des questionnaires et la réalisation des enquêtes

d'autre part. Ces compétences diffèrent largement mais elles doivent être combinées pour une utilisation effective et efficiente des ressources disponibles pour l'élaboration des indicateurs. Dans les deux cas, il sera nécessaire de renforcer les capacités. Ceci pourrait être réalisé par le biais d'un Observatoire africain de la science, la technologie et l'innovation. En 2010, l'UNESCO et l'Union africaine ont entrepris des discussions concernant la marche à suivre pour transformer l'Initiative africaine dans le domaine des STI en un observatoire permanent dont le siège serait en Guinée équatoriale. Ce pays s'est porté volontaire pour abriter l'observatoire et s'est engagé à hauteur de 3,6 millions de dollars US (Nordling, 2010b). Dans le cadre de ce processus, l'UNESCO préparait, en 2010, une étude de faisabilité pour l'Union africaine. L'Afrique du Sud est toutefois aussi candidate pour accueillir l'observatoire. Depuis qu'elle accueille l'Initiative africaine sur les indicateurs de la STI à Midrand, des données relatives à la R&D et à l'innovation dans 19 pays africains ont été collectées. L'observatoire provisoire devrait publier la première série de données en juin 2010.

L'observatoire sera chargé de collecter, d'enregistrer et de diffuser aux 53 États membres de l'Union africaine, toutes les données utiles allant aussi bien des dépenses consacrées à la R&D au nombre d'étudiants en doctorat. Il devra également garantir la normalisation des indicateurs STI et

Encadré 6 : Knowledge Management Africa

L'Initiative africaine Knowledge Management Africa (KMA) a été lancée par la Banque de développement d'Afrique australe en février 2005. Fondée sur le principe que la connaissance devrait être le moteur des solutions de développement appropriées à l'Afrique, KMA vise à améliorer la gouvernance et la fourniture des services en Afrique à travers la création, la diffusion et l'utilisation des connaissances.

KMA facilite la recherche sur le continent et au-delà des frontières, à travers la mobilisation des ressources et l'établissement de liens entre la recherche fondamentale et appliquée. Elle encourage la coopération entre les universités, les instituts de recherche

et les autres institutions spécialisées, dans l'optique de créer un pôle africain d'expertise sur les défis spécifiques liés au développement.

Tous les deux ans, KMA accueille une conférence internationale afin de créer un environnement propice à la production et au partage des connaissances africaines entre les décideurs politiques, les professionnels du secteur, les chercheurs, les experts en gestion du savoir, le gouvernement et les leaders de la société civile, les représentants des institutions internationales, les chefs d'entreprises, etc.

Les thèmes des trois premières conférences étaient : « Le Savoir pour

faire face aux défis du développement en Afrique (Johannesburg, 2005) » ; « Le Savoir pour remobiliser l'Afrique » (Nairobi, 2007) ; « Le Savoir pour repositionner l'Afrique dans l'économie mondiale » (Dakar, 2009). Au cours de la dernière conférence, il a été décidé de créer une foundation Knowledge Management Africa en vue d'assurer la viabilité et la consolidation de l'initiative.

Le secrétariat du KMA est basé à Midrand en Afrique du Sud mais il existe des possibilités de conduire des programmes par le biais des coordonateurs sous-régionaux.

Source : les auteurs
Plus d'informations sur www.kmafrica.com

RAPPORT DE L'UNESCO SUR LA SCIENCE 2010

des méthodes de collecte et validation des informations à travers le continent. En tant qu'équivalent africain des organismes de coordination tels qu'Eurostat ou La Direction de la science, de la technologie et de l'industrie de l'OCDE, l'observatoire devra assurer la gestion des comités d'experts dans les pays africains et superviser la collecte de statistiques nationales, tout en produisant les manuels et le rapport sur les Perspectives de l'innovation africaine. L'observatoire devra aussi renforcer les capacités par le biais de l'organisation de formations, des instruments de mesure et d'échantillonnage, des études de cas ainsi que des conseils pratiques sur le développement des profils de pays, la production des rapports d'indicateurs et leur utilisation pour l'élaboration de politiques basées sur la recherche empirique.

LES PROFILS DE PAYS

Dans la présente section, nous nous intéressons de plus près aux stratégies adoptées ces dernières années par 14 pays africains, dans le but de relever les défis signalés plus haut. Cette liste de pays, qui n'est en aucune façon exhaustive, a surtout pour but de présenter quelques unes des approches stratégiques qui ont été adoptées par les pays africains ainsi que les obstacles persistants qu'ils doivent encore surmonter.

Bénin

Après le changement de régime politique intervenu au Bénin en avril 1996, le nouveau gouvernement en place a redéfini les orientations stratégiques afin de mettre en œuvre une politique de développement national qui prendrait largement en compte le rôle central de la R&D dans le processus de développement. Le but étant d'améliorer la qualité de l'enseignement supérieur et le système de recherche scientifique dans le cadre d'une Politique nationale pour la recherche scientifique et technique, laquelle s'appuie sur les résultats d'une consultation nationale – ou les États généraux – de la R&D en 2004. Le ministre de l'Enseignement supérieur et de la recherche scientifique a, pour cela, sollicité le soutien de l'UNESCO dans le cadre de son Initiative en faveur des politiques africaines en science, technologie et innovation.

Consciente de la nécessité de disposer de données et d'indicateurs fiables et précis indispensables à l'élaboration et au suivi de toute politique, la Direction nationale de la recherche scientifique et technologique (DNRST) a lancé, en 2006, une étude visant à la création de bases de données relatives aux activités de recherche menées dans le pays. La DNRST a également initié la création de l'Agence béninoise de valorisation de la recherche (ABVaR) et du Fonds national

pour la recherche scientifique et technologique (FNRST), ainsi que l'adoption d'un code d'éthique en matière de R&D.

A l'instar d'autres pays africains, le Bénin n'a consacré que très peu de ressources à la R&D, bien que l'on ne dispose pas de chiffres officiels à ce sujet. La majorité des ressources financières dévolues aux universités et institutions de recherche est essentiellement utilisée pour le paiement des salaires et des bourses d'études, au détriment des activités de recherche. Au-delà des contraintes budgétaires et des problèmes d'organisation, la R&D au Bénin est soumise à un troisième défi : une forte pression sur la capacité des installations existantes qui résulte de l'afflux considérable d'étudiants. Au cours de l'année académique 2006, la population étudiante était d'environ 60 000 mais le nombre d'étudiants devrait encore augmenter pour atteindre 160 000 d'ici à 2015 (Gaillard, 2008).

Burkina Faso

Au Burkina Faso, le ministère de l'Enseignement secondaire et supérieur et de la recherche scientifique (MESSRS) est responsable des politiques en matière de S&T, alors que le Centre national de la recherche scientifique et technologique (CNRST) tient lieu d'organe opérationnel du ministère. Le CNRST prend part à l'élaboration et la mise en œuvre de la politique nationale en S&T et assure la coordination et l'évaluation des programmes de recherche. Il supervise également la création et la gestion des instituts de recherche publics, assure la valorisation des résultats de recherche et contrôle la formation et la promotion des chercheurs.

La majeure partie des ressources allouées à la R&D est consacrée à l'agriculture, dans la mesure où le secteur agricole occupe plus de 90 % de la population active et représente plus de 38 % du PIB (Figure 5). Le Burkina Faso dispose de 11 centres de recherche et d'instituts pour la recherche agricole. Parmi ceux-ci, l'Institut de l'environnement et de recherche agricole (INERA) emploie près de 60 % de chercheurs du pays et absorbe pratiquement cette même proportion pour ce qui est du budget réservé à la recherche agricole. En Afrique, le Burkina Faso a le niveau d'éducation le plus élevé dans le secteur de la recherche agricole, avec près de la moitié des chercheurs étant titulaires d'un doctorat (Stads et Boro, 2004).

En 2006, le Parlement a adopté une importante loi portant sur le Régime de sécurité en matière de biotechnologie au Burkina Faso, suivie en 2007 d'un décret précisant la mission et les responsabilités des autorités compétentes telles que la Direction des études et de la planification (DEP) en ce qui concerne la collecte, le traitement et la diffusion de données

Encadré 7 : Le transfert technologique au Cameroun

Dans les années 1990, le gouvernement camerounais a créé la Mission de promotion des matériaux locaux (MIPROMALO) dans le but de promouvoir l'utilisation des matériaux locaux de construction et, de cette façon, réduire le déficit commercial du pays.

Cette Mission placée sous la tutelle du Ministère de la recherche scientifique et de l'innovation, mais dotée d'une autonomie financière, est chargée particulièrement de l'implantation des

centres de transfert technologique dans dix régions à travers le pays.

La MIPROMALO comprend trois programmes principaux : l'éco-construction et le développement local (panneaux solaires, etc.) ; la création et le développement d'entreprises, ainsi que l'autonomisation par sexe ; et l'éducation et les nouvelles technologies.

Elle facilite l'industrialisation de la production des matériaux locaux au Cameroun et développe des partenariats

publics-privés et offre les services suivants :

- La recherche et développement ;
- L'ingénierie ;
- L'assistance technique ;
- La formation ;
- Le laboratoire d'analyse des matériaux ;
- La location des équipements de production ;
- Les pépinières d'entreprises.

Source : <http://mipromalo.com>

statistiques. Cependant, la DEP ne dispose pas d'un outil spécifique pour collecter et traiter les données en S&T. Pour remédier à cela, un Protocole d'accord a été signé en 2007 entre le MESSRS et l'Institut de Statistique de l'UNESCO pour mettre en place et développer un nouveau système d'information scientifique dès 2009.

Cameroun

Au moment de l'indépendance en 1960, le Cameroun a hérité d'une remarquable infrastructure de recherche mise en place à l'époque coloniale mais seulement un très petit nombre de chercheurs camerounais y ont été formés. Les structures de recherche sont essentiellement tournées vers l'agriculture, domaine dans lequel l'accent est mis sur la reproduction de plantes cultivées et la protection des cultures. Progressivement, les cultures de subsistance sont délaissées au profit des cultures de rente destinées à l'exportation, telles que le café, le cacao, le coton, le caoutchouc et la banane. La première institution créée par la nouvelle république a été l'École nationale supérieure d'agronomie. En 1974, il a été confié au nouveau Conseil pour l'enseignement supérieur, la science et la technologie la double mission de financer la R&D et de conseiller le gouvernement sur les questions relatives à l'enseignement supérieur et à la R&D. Grâce aux revenus du pétrole et une réelle volonté politique pour former des élites scientifiques, le Cameroun fut l'un des premiers États africains à investir conséquemment dans la recherche, avec le niveau des investissements ayant progressé d'1 milliard de Francs CFA en 1976/1977 jusqu'à presque 10 milliards de Francs CFA une décennie plus tard. Malheureusement, pendant cette période d'euphorie, les activités de recherche étaient menées dans le cadre de

programmes définis dans les plans de développement quinquennal – lesquels prévoyaient que chaque chercheur mette simplement en œuvre les programmes déjà définis par l'institution en question. Sous de telles conditions, plusieurs chercheurs ont participé aux programmes de recherche sans pour autant publier des rapports ou articles scientifiques.

Actuellement, le ministère de l'Enseignement supérieur, de la recherche scientifique et de l'innovation (MINRESI) est chargé de la formulation de politiques et de programmes de recherche au Cameroun. Il a pour principales missions d'initier, de coordonner, d'évaluer la recherche scientifique ainsi que de promouvoir la vulgarisation de la science et l'innovation à travers l'utilisation des résultats de recherche, en relation permanente avec tous les secteurs de l'économie nationale, les autres ministères et les organisations intéressées. Le ministère gère les instituts de recherche publics, dont l'Institut de recherche agricole pour le développement (IRAD), l'Institut de recherche géologique et minière (IRGM), l'Institut de recherches médicales et d'études des plantes médicinales (IMPM), l'Institut national de cartographie (INC) et le Centre de recherche pour l'énergie (NERCE) financé par l'Agence Internationale de l'Énergie Atomique (AIEA). D'autres institutions dépendent de différents ministères, ou alors, ils ont un statut international avec des bureaux de représentation au Cameroun. Ces derniers comprennent, entre autres, l'Institut de recherche pour le développement (IRD), le Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement (CIRAD) et l'Institut international pour l'agriculture tropicale (IITA). Par ailleurs, le MINRESI a créé dans les années 1990 la Mission de promotion des matériaux

RAPPORT DE L'UNESCO SUR LA SCIENCE 2010

locaux (MIPROMALO), associant à la fois le transfert de technologie, la R&D et la promotion de l'entrepreneuriat (Encadré 7).

Les sept universités publiques et quatre universités privées offrent la principale plateforme nationale pour l'enseignement et la recherche dans le pays. La demande pour l'enseignement supérieur est en forte croissance, avec un nombre d'inscriptions universitaires dans les filières de S&T qui est passé de 90 000 en 2000 à 150 000 en 2010. Cependant, le programme gouvernemental visant à promouvoir l'éducation pour tous pourrait être remis en cause, à moins que des mesures proactives ne soient rapidement prises pour que les dépenses du gouvernement en matière d'éducation répondent effectivement au besoin croissant d'éducation et de formation supérieure. Les universités privées ne peuvent pas non plus absorber la demande, dans la mesure où les frais de scolarité souvent élevés dissuadent un bon nombre d'étudiants.

Le Cameroun compte plusieurs revues spécialisées : la Revue de L'Académie des Sciences du Cameroun, le Journal of Health and Disease, le Journal of Applied Social Sciences, Biodiagnostics and Therapy, ainsi qu'un bulletin trimestriel publié par l'Organisation de coordination pour la lutte contre les endémies en Afrique centrale (OCEAC) ; le Bulletin de l'OCEAC. Basé à Yaoundé, le secrétariat exécutif de l'OCEAC est financé par l'Organisation mondiale de la santé. Les scientifiques pourraient avoir un accès plus facile à ces revues si seulement elles étaient référencées sur la base d'indices bibliométriques reconnus.

La faible production scientifique des chercheurs camerounais est une question préoccupante. En début d'année 2009, le gouvernement a manifesté une volonté de renforcer la recherche universitaire par la création d'un fonds spécial permettant de tripler les salaires des universitaires, de 550 dollars US à 1850 dollars US par mois et de moderniser les installations et équipements de recherche. Cette mesure visait à accroître la productivité des chercheurs et à contenir la fuite des cerveaux.

Le développement de la R&D est désormais l'une des priorités du gouvernement, qui y consacre un budget annuel de 3 milliards de Francs CFA, soit un taux de croissance budgétaire moyen d'environ 1 %. Pour promouvoir l'excellence scientifique et l'innovation, le MINRESI a lancé, en octobre 2007, un événement national biennal intitulé « Journées d'excellence de la recherche scientifique et de l'innovation du Cameroun » ; tout en travaillant en parallèle

sur un inventaire des chercheurs isolés ou indépendants et sur la planification stratégique de la recherche scientifique par secteur. Néanmoins, de nombreuses barrières persistent en matière de développement des STI. Il s'agit notamment de :

- l'absence d'une politique nationale en STI ;
- un vide juridique en matière d'enseignement à distance ;
- une infrastructure de communication coûteuse mais inefficace ;
- une inertie institutionnelle en matière d'innovation qui alimente une mauvaise utilisation des fonds ;
- un approvisionnement énergétique rare et coûteux reposant sur les carburants fossiles et l'énergie hydraulique, lequel pourrait bénéficier d'investissements lourds en R&D pour développer les sources renouvelables telles que les énergies biomasse, éolienne et solaire.

République centrafricaine

En République centrafricaine, les données statistiques sur le nombre de scientifiques, chercheurs et ingénieurs et sur leurs programmes d'activités sont incomplètes en raison principalement de l'instabilité politique latente et des crises récurrentes. Seule l'Université de Bangui est à même de produire, avec beaucoup de retard, un annuaire statistique, malgré le soutien de l'Institut de Statistiques de l'UNESCO. Il est certain que le pays manque cruellement d'une masse critique de chercheurs et que le pôle de recherche est concentré à l'Université de Bangui et à l'Institut Pasteur situés dans la capitale. Le nombre réduit d'organismes de recherche présents dans le pays est un obstacle à la création de toute association de scientifiques ou d'ingénieurs.

Fondée en 1970, l'Université de Bangui est la seule université du pays. Le petit nombre d'enseignants-chercheurs se consacre principalement aux activités d'enseignement plutôt qu'à la recherche, en raison d'un budget de recherche très limité. Le Haut conseil pour la recherche, bien qu'institué en 1987, n'est toujours pas opérationnel.

Pour améliorer cette situation, le gouvernement a publié, en juin 2005, un Décret sur l'organisation et le fonctionnement du ministère de l'Éducation nationale, de l'alphabétisation, de l'enseignement supérieur et de la recherche. Celui-ci a été suivi en mai 2006 par un Décret spécial sur la création et l'organisation de la profession de chercheurs. En décembre de la même année, une autre réforme relative aux statuts du ministère a été engagée. Le Décret sur l'organisation et le fonctionnement du ministère de l'Éducation nationale, de l'alphabétisation, de l'enseignement supérieur et de la recherche a également précisé les attributions du ministère.

En 2010, un important projet financé par l'Agence française de développement pour soutenir l'enseignement supérieur était en cours d'exécution par le ministère. Dénommé SUPC@, le projet comprend un certain nombre de composantes en R&D.

En réponse à la demande du gouvernement, l'UNESCO apporte actuellement son assistance pour l'adoption d'une politique nationale en STI dans le cadre de son Initiative en faveur des politiques africaines en science, technologie et innovation. A cet effet, un consultant a visité le pays en juillet 2008 et juillet 2009. En outre, un forum national a été organisé en mars 2010 avec comme objectif d'assurer une représentation équitable de toutes les parties prenantes dans l'élaboration d'une politique nationale en STI : la communauté scientifique, les entrepreneurs publics et privés, la société civile, les agences de financement, etc.

République du Congo

A l'instar de l'Angola, de la Guinée équatoriale et du Nigéria, le secteur industriel du Congo est fortement dépendant du pétrole. L'industrie forestière a été détrônée par l'industrie pétrolière, devenue le pilier de l'économie. Elle est actuellement la principale source de recettes publiques et de revenus des exportations. Le pays a été sérieusement ravagé par les deux guerres civiles survenues dans les années 1990 et, plus récemment en 2008, il a dû faire face à la baisse des cours mondiaux de pétrole. Par conséquent, le pays subit actuellement une sévère crise économique qui remet en cause les programmes de R&D.

Bien que l'agriculture ne contribue qu'à hauteur de 6 % du PIB et de 1% des exportations, elle est vitale pour l'économie nationale dans la mesure où elle emploie 40 % de la force de travail dans le pays (Figure 5). Ce qui fait de la R&D dans le secteur agricole une priorité nationale. Toutefois, si le nombre total de chercheurs impliqués dans la recherche agricole au Congo a sensiblement augmenté, les dépenses de R&D pour l'agriculture ont diminué de plus de la moitié au cours de la même période. Les 11 centres de recherche agricole dont dispose le pays relèvent de la Délégation générale à la recherche scientifique et technologique et représentent près de deux tiers des dépenses consacrées à la R&D agricole. Cependant, le grand nombre de petites unités de recherche et le chevauchement des mandats fragilisent la coordination et l'efficacité de la recherche agricole au Congo.

En 2004, le gouvernement congolais a sollicité l'aide de l'UNESCO en ce qui concerne le renforcement des capacités nationales en S&T pour revigorer le système scientifique et ainsi rattraper le temps perdu à cause de guerre civile. L'UNESCO a, depuis lors, accompagné progressivement

cet effort de réforme du système scientifique du pays, avec l'appui financier du gouvernement japonais. Dans la première phase du projet, un Rapport général a été préparé en 2004 pour évaluer l'état des S&T au Congo, en étroite collaboration avec les parties prenantes des secteurs public et privé. Le Rapport général (UNESCO, 2010b) a établi que :

- Le système national de gouvernance scientifique présentait des dysfonctionnements. Certaines structures décisionnelles n'avaient qu'une existence théorique, alors que le financement de la recherche publique, représentant 0,13 % du PIB, était largement en deçà de l'objectif de 1 % ;
- Les instituts de recherche, les universités et les industries restaient éloignés les uns des autres et l'ensemble du système souffrait de l'absence d'une mise en réseau des activités et d'une coopération intersectorielle ;
- La communauté scientifique ne disposait pas de structures de représentation commune telles qu'une académie ou des associations professionnelles ;
- Les instituts de recherche manquaient cruellement d'installations, d'équipements, de logistique ainsi que de personnel administratif et technique ;
- La recherche publique avait été placée sous les auspices du ministère de la Recherche scientifique et de l'innovation technique mais restait toujours isolée des autres secteurs comme l'agriculture ou l'industrie ;
- Depuis la fin de la guerre civile, les scientifiques congolais n'avaient que rarement collaboré et échangé avec des chercheurs étrangers, avec une très faible participation à la coopération régionale et internationale ;
- On constatait une très faible capacité des décideurs publics et responsables des politiques scientifiques.

Une fois que les autorités avaient pris connaissance des conclusions du *Rapport général*, une série de recommandations avait été émise concernant, notamment, la formulation, l'organisation et la mise en œuvre d'une politique de S&T. Celles-ci ont, dès lors, fait l'objet de consultations extensives avant d'être transmises au gouvernement, en début 2006. Le « diagnostic » a été validé et enrichi par près de 60 officiels congolais de différents groupes d'acteurs lors du Forum national pour la recherche scientifique et l'innovation technologique qui s'est tenu à

RAPPORT DE L'UNESCO SUR LA SCIENCE 2010

Brazzaville en mai 2007. Un ensemble de séminaires et des sessions de formation sur les thèmes de la gouvernance des S&T et des politiques d'innovation ont également suivi à Brazzaville (UNESCO, 2010b).

Depuis 2005, le projet a conduit aux résultats suivants (UNESCO, 2010b) :

- La création en janvier 2005 d'un ministère de plein exercice de la Recherche scientifique et de l'innovation technologique, qui a ainsi pris en charge ce domaine spécifique qui relevait jusque-là du ministère de l'Enseignement supérieur ;
- La mise en place d'une Direction de l'innovation technologique au sein du nouveau ministère ;
- Le développement des statuts spécifiques pour les chercheurs, lesquels étaient en cours d'adoption en 2010, après examen par la Cour suprême ;
- Une réforme de l'infrastructure de recherche qui était encore en cours en 2010, avec pour objectif de regrouper la multitude d'unités de recherche en trois institutions principales pour les sciences agricoles, les sciences de la santé ainsi que les sciences exactes et sciences de la vie ;
- La reconstruction de plusieurs installations et l'allocation de ressources plus importantes à des institutions stratégiques telles que l'Agence nationale de valorisation de la recherche ;
- La création d'une école doctorale à l'université Marien Ngouabi, laquelle bénéficie du soutien du Campus numérique de l'Université Marien Ngouabi ;
- L'élaboration et l'approbation en 2009 d'un document sur la politique scientifique et d'un plan d'action pour la recherche et l'innovation couvrant la période 2010–2013. Le plan d'action reprend l'objectif de 1 % du ratio DIRD/PIB. Des domaines de recherche prioritaires ont été définis, notamment la santé humaine et animale, la sécurité alimentaire, l'environnement et la biodiversité. Ceux-ci s'inscrivent dans les principaux objectifs de la politique de développement du pays ;
- L'introduction d'un chapitre sur les S&T dans le document *Projet de Société pour le Congo* préparé par le Président Denis Sassou Nguesso, couvrant la période 2009–2016 et intitulé *Le Chemin d'Avenir*.

La première phase du projet s'est poursuivie jusqu'en 2010. Pour la seconde phase, l'UNESCO a recommandé au gouvernement congolais d'entreprendre les projets suivants :

- Une évaluation des institutions de recherche ;
- Le développement d'un système de financement en STI ;
- Le renforcement des ressources humaines en politique scientifique ;
- Le lancement d'un forum parlementaire sous-régional sur le rôle des STI dans le développement socio-économique ;
- La création de programmes d'enseignement et de recherche universitaire portant sur les STI ;
- Une étude portant sur la façon de développer la science et l'innovation dans le secteur privé ;
- La promotion de l'innovation et de l'entrepreneuriat technologique prenant en compte le secteur informel ;
- L'établissement d'un système de protection de la propriété intellectuelle ;
- Un réexamen de la participation aux activités scientifiques tant au niveau régional qu'international.

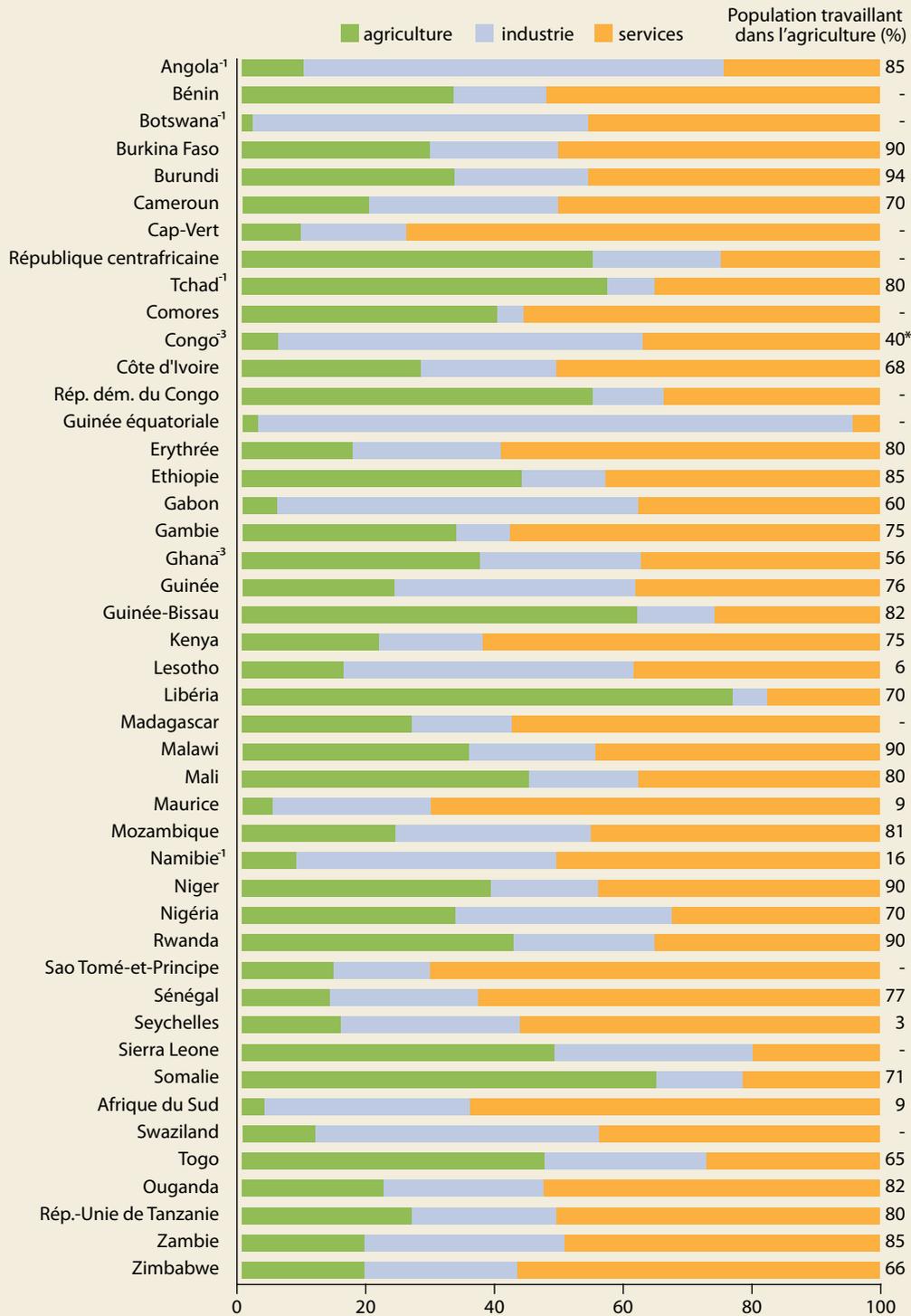
Côte d'Ivoire

La Côte d'Ivoire était un modèle de stabilité et de croissance économique dans toute l'Afrique de l'Ouest depuis son indépendance en 1960 et jusqu'à 2002, lorsqu'une grave crise politique a dégénéré en guerre civile. Cette situation a pratiquement divisé le pays en deux et totalement mis en péril la croissance économique, avec comme corollaire une paralysie du progrès scientifique. En effet, le nombre de publications en Côte d'Ivoire est passé de 129 en 2000 à 111 publications en 2002. Depuis 2008, la productivité s'est améliorée avec près de 171 publications mais le taux de croissance reste toutefois en deçà de celui de l'Ouganda, un pays qui avait un rendement similaire en 2000. La collaboration internationale a également été affectée. Les scientifiques ivoiriens ont cosigné 103 articles en 2000 mais seulement 84 en 2002, alors que ce nombre est passé à 115 articles depuis 2008.

L'une des conséquences de la crise politique a été l'extrême difficulté à collecter et traiter les données statistiques, puisque le second Document de stratégie nationale pour le développement de la statistique (2001–2005) n'a jamais été adopté par le gouvernement et son successeur pour 2007–2010 était encore en cours de finalisation en 2010.

La Côte d'Ivoire est le premier producteur et exportateur mondial de fèves de cacao mais aussi un important exportateur de café et d'huile de palme. Malgré les tentatives du gouvernement visant à diversifier l'économie

Figure 5 : La composition du PIB en Afrique subsaharienne par secteur économique, 2009 (%)



-n : nombre d'années n avant l'année de référence

* fournis par les auteurs

Source : Estimations de la CIA (2010) World Factbook

RAPPORT DE L'UNESCO SUR LA SCIENCE 2010

pour réduire sa vulnérabilité aux variations des prix internationaux et aux conditions climatiques, le pays continue de dépendre lourdement de l'agriculture (CIA, 2010). Le Centre national de recherche agronomique (CNRA) emploie les deux tiers de l'effectif des chercheurs du pays et absorbe les trois quarts des dépenses nationales consacrées à la R&D.

Le CNRA a bénéficié d'un important financement de la Banque mondiale dans le cadre des deux Projets nationaux d'appui aux services agricoles lancés successivement durant les périodes 1994–1997 et 1998–2010. Le CNRA a également obtenu des financements de la Banque africaine de développement, du Programme des Nations Unies pour le développement et des Agences de développement française et belge. Il a également établi un programme de coopération bilatérale avec le secteur privé par le biais de contrats avec la Société sucrière africaine (SUCAF), la Compagnie ivoirienne pour le développement des textiles (CIDT) et la Compagnie ivoirienne de coton (COIC).

République démocratique du Congo (Kinshasa)

Doté de sols fertiles, de forêts denses, d'abondantes ressources en eau et d'importantes réserves de minéraux, ce très grand pays riche en potentialités a été en proie à une incessante guerre civile, des rebellions et conflits armés entre son indépendance en 1960 et la signature, en mars 2009, des accords de paix entre le gouvernement, les rebelles et d'autres groupes armés. Le résultat de cette instabilité politique prolongée est une économie en ruine : le PIB s'est chiffré à tout juste 20 milliards de dollars US en PPA en 2008. La production scientifique est insignifiante, avec seulement 30 publications enregistrées au Science Citation Index de Thomson Reuters en 2008. La barrière linguistique pourrait en partie expliquer cette médiocre performance.

La République démocratique du Congo dispose d'une petite infrastructure de recherche. Parmi les 25 centres de recherche et instituts publics, 18 relèvent du ministère de la Recherche scientifique et technologique et les sept autres dépendent d'autres ministères. Il existe également 19 institutions d'enseignement supérieur et 13 centres et instituts de recherche. Les principales institutions privées en matière de R&D sont le Centre de recherche pharmaceutique Luozi (CPRL), l'Institut panafricain de recherche et développement (IRDA), le Centre africain de la recherche industrielle (CARI) et le Centre congolais des études stratégiques et de la recherche, centré sur les relations internationales.

En mai 2005, le pays a organisé les États généraux de la recherche scientifique. Ce forum national a réuni divers groupes d'acteurs dans le but d'élaborer un plan stratégique pour les S&T et de définir les orientations pour l'avenir, y compris pour l'évaluation périodique du système de recherche.

En 2008, la République démocratique du Congo a sollicité l'assistance de l'UNESCO pour développer une politique nationale en S&T. Ce processus est actuellement conduit par le ministère de la Recherche scientifique et technologique en collaboration avec le Conseil scientifique national (CSN).

Gabon

Le Gabon est parmi les pays les plus riches d'Afrique, grâce principalement à ses exportations de pétrole, de manganèse, d'uranium et de bois. La forêt dense couvre près de 85 % du territoire. Avec l'amenuisement de ses ressources naturelles, le Gabon se tourne progressivement vers l'agriculture, bien que sa capacité dans la R&D en agriculture reste l'une des plus faibles d'Afrique. Plus des trois quarts des dépenses totales du pays en R&D sont dédiées à trois instituts de recherche agricole.

Le ministère de l'Éducation nationale, de la recherche et de l'innovation technologique est chargé de la planification, de la promotion et de l'évaluation des programmes de R&D ainsi que du renforcement des capacités. Le ministère a signé un accord avec la Mission française de coopération pour développer un schéma directeur de la recherche au Gabon, ce qui pourrait galvaniser la production scientifique qui reste globalement très faible : en 2008, les chercheurs gabonais n'ont rédigé que 76 des articles enregistrés au Science Citation Index.

En dehors du Conseil national de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique (CONAREST) et des trois universités nationales – l'Université Omar Bongo, l'Université des sciences et techniques de Masuku et l'Université des sciences de la santé – le Gabon possède plusieurs institutions de recherche, dont les principales sont le Centre national de la recherche scientifique et technologique (CENAREST), le Centre de recherches spécialisées des universités (CERESU), le Centre international de recherches médicales de Franceville (CIRMF) et le Laboratoire de recherche médicale de la Fondation Schweitzer.

Les programmes de recherche sont principalement conduits au sein d'équipes qui prennent part à des réseaux de collaboration internationales et sous-

régionales, avec notamment l'Europe (28,6 %) et l'Amérique du Nord (8,6 %), la Communauté économique et monétaire d'Afrique centrale (17,1 %) et la Communauté économique des États de l'Afrique de l'Ouest (12,4 %). En 2007, la collaboration internationale n'a produit que 57 articles scientifiques dans le domaine des S&T. Par ailleurs, 22 % des chercheurs n'ont jamais publié au niveau international et, plus préoccupant encore, près de 14 % des chercheurs n'ont pratiquement rien publié du tout au cours de leur carrière.

Kenya

Le Kenya est le pôle régional pour le commerce et la finance en Afrique de l'Est. L'économie kenyane a connu des moments difficiles en début 2008, après les violences post-électorales qui ont affecté son tourisme et la confiance des investisseurs. Cette situation, combinée au déclin des exportations et des revenus rapatriés résultant de la récession mondiale, a entraîné une diminution de la croissance annuelle du PIB, passant de 7 % en 2007 à tout juste 2 % en 2008 et 2009 (CIA, 2010).

Dans ce contexte, le président kenyan a décidé, en 2008, de mettre en place un nouveau ministère de la science, résultant de la fusion du ministère de la Science et de la technologie avec le ministère de l'Enseignement supérieur. Le nouveau ministère de l'Enseignement supérieur, de la science et de la technologie a l'intention de renforcer les interactions entre l'enseignement supérieur et la recherche. Le Parlement kenyan a, depuis lors, approuvé une politique nationale pour la biotechnologie, élaborée par le ministère (Encadré 8).

Le gouvernement a annoncé le programme Kenya Vision 2030 en juin 2008. Ce document prévoit une série de plans quinquennaux pour le développement économique du pays. Le premier plan couvre la période 2008–2012 et identifie six secteurs prioritaires d'investissement avec 20 projets phares. Ces secteurs sont le tourisme, l'agriculture, l'industrie de transformation, le commerce, les technologies de l'information et les services financiers.

Préoccupé par les impacts du changement climatique sur l'environnement, le gouvernement a alloué, en 2010, un montant de 721 millions de dollars US pour la conservation et annoncé des plans pour la mise en place d'un système régional d'échange de quotas d'émission. Le gouvernement espère qu'un tel système pourra attirer de nouveaux financements au Kenya et faire du pays la plate-forme régionale pour les échanges commerciaux de carbone comme cela est déjà le cas pour la finance et le commerce.

La majeure partie des 721 millions de dollars alloués à la conservation – un accroissement de plus de 50 % par rapport au budget de l'année précédente – sera consacrée aux secteurs de l'environnement, l'eau et les installations sanitaires (Mboya, 2010).

Mali

Le Mali est un pays enclavé qui a connu, ces dernières années, des périodes de sécheresse, des rébellions, des coups d'État et une brève guerre frontalière avec le Burkina Faso. Doté d'un gouvernement civil démocratiquement élu depuis 1992, le Mali doit encore gérer les combats sporadiques avec les tribus Touareg au nord du pays. Le pays connaît un déficit commercial chronique et son économie est largement dépendante de la production de coton. Le faible niveau de ressources allouées aux STI n'a abouti qu'à un petit nombre de chercheurs vieillissants et sans réelle motivation.

Depuis 2000, une subvention annuelle d'environ 1 200 000 € (soit environ 1,8 millions de dollars US) a été allouée aux études et à la recherche. En outre, un budget spécial pour l'investissement de 600 millions de Francs CFA (soit près de 1,2 millions de dollars US) a été alloué annuellement pendant la période 2005–2007 pour la réhabilitation et l'équipement des laboratoires dans les universités et les établissements d'enseignement secondaire.

Comme partout ailleurs en Afrique, la recherche agricole occupe une place prédominante au Mali. Il n'est donc pas surprenant qu'elle soit l'une des priorités du *Plan stratégique du Mali* pour la période 2010–2019. Contrairement à beaucoup de pays africains, le Mali a adopté une politique de centralisation de la recherche. L'Institut d'économie rurale (IER) est la principale agence de R&D agricole et totalise à peu près 85 % des chercheurs agronomes et des dépenses du pays.

Outre les contributions du gouvernement, l'IER a largement recours aux financements du Programme national de recherche agricole et du Programme d'appui aux services agricoles et aux organisations paysannes (PASAOP) qui bénéficient des prêts de la Banque mondiale et des financements des Pays-Bas par le biais du Projet d'appui à l'Institut d'économie rurale (PAPIER). Le PASAOP s'est achevé en décembre 2009 mais a été remplacé par le Projet d'accroissement de la productivité agricole au Mali (PAPAM).

La participation du secteur privé dans le financement de la recherche agricole sur le coton, le riz et d'autres cultures est

Encadré 8 : L'Afrique investit dans la biotechnologie

Seulement trois mois après sa visite à Cuba où il avait pu observer la capacité de fabrication des médicaments, l'ancien président sud-africain Thabo Mbeki avait annoncé la première stratégie nationale de biotechnologie en Afrique du Sud en 2001.

Plusieurs centres régionaux et un centre national d'innovations en biotechnologie ont depuis été créés, avec pour rôle d'engager des sociétés de capital-risque et de distribuer les financements fédéraux aux jeunes entreprises. En quelques années seulement et grâce à la stratégie de biotechnologie en Afrique du Sud, le nombre d'entreprises du secteur de la biotechnologie a doublé, pour dépasser les 80 et plus de 1000 emplois ont été créés dans le secteur de la recherche.

Le nombre de produits de biotechnologie en développement a presque doublé, passant de 900 en 2003 à plus de 1500 en 2007 et l'industrie déclare avoir généré plus de 100 millions de dollars US de revenus en 2006.

Cette approche originale est devenue la caractéristique principale de la R&D biotechnologique en Afrique. Plutôt que de dépendre des grands groupes pharmaceutiques en matière d'investissements, un nombre croissant de gouvernements africains financent eux-mêmes la recherche biotechnologique à travers le soutien aux nouvelles entreprises, les partenariats avec les fondations et les agences des Nations-Unies ainsi que les collaborations entre les universités et les laboratoires privés pour la R&D. L'Initiative du Wellcome Trust en faveur des institutions africaines investit actuellement 50 millions de dollars US pour former les chercheurs aux maladies tropicales longtemps négligées et pour parrainer la collaboration entre 50 institutions

scientifiques dans 18 pays africains et des compagnies privées.

L'Organisation mondiale de la santé verse également 30 millions de dollars US chaque année pour la recherche et la mise sur le marché des produits de biotechnologie dans le cadre du Réseau africain pour l'innovation dans le domaine des médicaments et des produits diagnostiques dont elle a contribué à l'établissement.

En 2004, le gouvernement kenyan a décidé d'investir 12 millions de dollars US pour la construction d'une « serre de biosécurité » pour le contrôle des organismes et cultures génétiquement modifiés (OGM) dans le cadre d'un projet financé conjointement par le gouvernement et la Fondation suisse Syngenta. Le Kenya est devenu ainsi le second pays de l'Afrique subsaharienne après l'Afrique du Sud à être bien équipé pour réaliser des expériences liées aux OGM conformes aux normes de la biosécurité internationale. La serre a été construite dans le cadre du projet « maïs résistant aux insectes pour l'Afrique ». Elle a été développée conjointement par l'Institut kenyan de recherche agricole et le Centre international d'amélioration du maïs et du blé (CIMMYT) qui forme également les scientifiques à la gestion des installations, à son centre de Mexico.

En 2007, le Service de protection de la vie sauvage du Kenya a conclu un partenariat de recherche en biotechnologie d'une durée de cinq ans avec la compagnie danoise Novozymes pour l'utilisation d'enzymes avec des possibilités d'applications industrielles, notamment dans les domaines des biocarburants et de la médecine. En contrepartie de l'autorisation accordée à Novozymes d'exploiter commercialement la biodiversité microbienne, le Service de protection de la vie sauvage du Kenya collabore avec

Novozymes pour la R&D sur les enzymes et pour les brevets.

Novozymes apporte également son appui pour le transfert de technologies au Kenya et forme des étudiants kenyans au processus de transformation des plantes, animaux, insectes et micro-organismes en des produits commercialisables. La compagnie a accepté de construire un laboratoire spécial au siège du Service de protection de la vie sauvage du Kenya à Nairobi. Le Kenya a adopté un projet de loi sur la biosécurité en 2009.

Le Burkina Faso a adopté son projet de loi sur la biosécurité en 2006. Deux années plus tard, le gouvernement ougandais adoptait sa première politique nationale en matière de biotechnologie et biosécurité. L'Ouganda utilise actuellement un prêt de 30 millions de dollars US de la Banque mondiale pour améliorer les cultures de manioc.

En 2001, le Nigéria a établi l'Agence nationale du développement des biotechnologies (NABDA) comme cadre institutionnel pour la mise en œuvre de la Politique nationale de biotechnologie. En avril 2008, lors d'une table ronde organisée par la NABDA sur l'introduction des OGM au Nigéria, les participants « ont noté un retard injustifié dans le processus d'adoption du projet de loi sur la biosécurité au Nigéria » et ont exhorté « les [ministères compétents] à accélérer le processus, de manière à obtenir l'approbation de l'Assemblée nationale dans les meilleurs délais ».

La NABDA a créé six centres régionaux d'excellence en biotechnologie pour réaliser les activités de R&D correspondant aux problèmes de biotechnologie spécifiques à chaque zone. Le Parlement est saisi du projet de loi sur la biosécurité depuis 2009.

Source : Bagley (2010) ; Chege (2004) ; Zablon (2007) ; Odhiambo (2007)
Voir le site www.nabda.gov.ng

limitée à la Compagnie malienne pour le développement textile et à l'Office du Niger. Cependant, les instituts de recherche génèrent eux-mêmes quelques revenus, grâce à la commercialisation des produits et services issus des activités de recherche.

Malgré un environnement de recherche dépourvu d'infrastructures, d'équipements et d'une main d'œuvre jeune, motivée et bien formée, le Mali a réussi à développer son potentiel d'innovation, notamment dans les secteurs de l'agriculture et de la santé. Les chercheurs ont développé de nouvelles variétés de maïs, millet, riz et niébé résistantes à la sécheresse et aux parasites ainsi que de nouvelles techniques pour accroître les rendements. Ils ont également développé des médicaments et des vaccins issus de la médecine traditionnelle.

La publication scientifique reste toutefois faible. En 2008, le Science Citation Index n'a recensé que 88 articles scientifiques en provenance du Mali, bien que cela représente une nette augmentation par rapport à 2000 où l'on ne comptait que 30 publications. Le niveau de productivité en matière de collaboration internationale était similaire en 2008, avec 81 articles co-signés par les chercheurs maliens.

On note actuellement une certaine volonté politique qui semble émerger dans le pays pour soutenir les STI. Le gouvernement a créé 18 instituts nationaux de recherche coordonnés par le Centre national pour la recherche scientifique et technologique (CNRST). Etabli en mars 2004 sous la supervision du ministère de l'Enseignement supérieur et de la recherche scientifique, le CNRST gère la ligne budgétaire consacrée aux Études et recherche. Cette ligne budgétaire s'est accrue de manière significative, passant de 9 millions de Francs CFA en 2000 à 60 millions de Francs CFA en 2009.

Au Mali, la recherche agricole est coordonnée par le Comité national pour la recherche agricole (CNRA). La recherche médicale relève, quant à elle, de l'Institut national de recherche en santé publique (INRSP).

L'Université de Bamako a été créée en janvier 2006 pour remplacer l'Université du Mali. Elle comprend cinq facultés et deux instituts. Le Laboratoire central vétérinaire, l'Institut d'économie rurale, le Centre régional de recherche en médecine traditionnelle (CRMT), l'Agence nationale de télésanté et d'informatique médicale (ANTIM), ainsi que l'Institut polytechnique rural/l'Institut de formation et de recherche appliquée (IPR/IFRA) de

Katibougou sont les autres institutions engagées dans la R&D et la formation.

Tous les deux ans, le ministère de l'Industrie organise un Salon national des inventions et des innovations avec le concours de la Direction nationale des industries (DNI) et le Centre malien de promotion de la propriété industrielle (CEMAPI).

Ces dernières années, un large éventail de lois et décrets a été adopté en vue d'améliorer le cadre juridique des STI. On peut mentionner, entre autres, les lois et décrets définissant un statut pour les chercheurs (2000) et pour les nouvelles institutions, ou fixant les modalités de fonctionnement des institutions existantes. L'Agence des technologies de l'information et de la communication (AGETIC), créée en 2005, est un des produits de cette vague législative. En juin 2005, l'une des premières missions de l'AGETIC a consisté en la réalisation, avec le concours de la CEA, de la Commission européenne et du Programme des Nations Unies pour le développement, d'une étude pour mettre en place une Politique nationale en matière de technologies de l'information et de la communication.

En 2010, une Politique nationale en matière de STI axée sur l'innovation était en cours d'élaboration au Mali avec l'appui de la CEA.

Nigéria

Avec le retour à la démocratie en 1999, qui a mis fin à 15 années d'un régime militaire, le rôle des STI en tant que moteur de développement a commencé à figurer en bonne place dans le programme de réformes économiques du Nigéria. En 2001, le Président Obasanjo a nommé un Conseil honoraire consultatif présidentiel pour les questions relatives à la science et à la technologie, afin de recevoir des informations et conseils sur :

- les moyens efficaces pour développer les S&T au profit des Nigériens, notamment en ce qui concerne l'amélioration des capacités dans certains domaines de pointe comme les biotechnologies, les TICs, les sciences et la technologie spatiales, l'énergie, la nanotechnologie et les mathématiques ;
- les moyens efficaces pour promouvoir les S&T comme outils de coopération et d'intégration en Afrique ;
- les programmes de renforcement des capacités dont la mise en œuvre par le ministère fédéral de la Science et

RAPPORT DE L'UNESCO SUR LA SCIENCE 2010

la technologie devait inclure le recours à l'expertise des Nigériens de la diaspora et des partenariats avec des organismes internationaux.

Le Conseil s'est réuni deux fois annuellement pendant presque sept années et a fait plusieurs recommandations importantes dans les domaines décrits ci-dessus.

Sous la présidence d'Olusegan Obasanjo (1999–2007), la Stratégie nationale de développement et de renforcement économique (NEEDS) a été adoptée dans le but de créer un cadre propice à la diminution de la pauvreté et à la création des richesses durant la période 2003–2007. Les STI y ont été identifiées comme étant des questions transversales dont la promotion était vitale pour réaliser les objectifs économiques. Cela a été suivi d'un programme en sept points et du *plan Nigeria Vision 20:2020* qui représente la plate-forme actuelle de développement de la politique économique dans le pays. Ce plan englobe les domaines identifiés par les 12 comités établis par le ministère fédéral de la Science et technologie. Il s'agit de :

- Biotechnologie ;
- Nanotechnologie ;
- Liens institutionnels ;
- Renforcement des capacités ;
- Energies renouvelables ;
- Capital-risque ;
- Recherche spatiale ;
- Recherche orientée menée par les petites et moyennes entreprises (PME) ;
- Produits et services à forte intensité de connaissances ;
- Gestion de l'information en matière de STI ;
- Technologies de l'Information et de la Communication ;
- Droits de propriété intellectuelle ;
- Médecine traditionnelle et savoir autochtone.

L'objectif du plan *Nigeria Vision 20:2020* est que le Nigéria puisse rejoindre les 20 économies les plus puissantes dans le monde à l'horizon 2020. Cet objectif est fondé sur l'idée que le pays pourra atteindre, au cours de la prochaine décennie, un taux de croissance du PIB par habitant constant de 12,5 %. Neuf objectifs stratégiques sont définis :

- Développer un programme de prospective en matière de technologie pour la fin d'année 2010 ;
- Investir un pourcentage du PIB dans la R&D qui soit comparable à celui investi par les 20 premières économies mondiales ;

- Créer trois centres pour les technologies de l'information ainsi que trois laboratoires de R&D pour stimuler le développement des petites et moyennes entreprises ;
- Accroître le nombre de scientifiques, ingénieurs et techniciens, tout en les incitant à rester au Nigéria ;
- Soutenir les programmes définis par les organisations professionnelles spécialisées dans les S&T pour consolider les capacités en STI ;
- Développer un système de gestion des STI facilitant l'acquisition, la sauvegarde et la diffusion des résultats de recherche ;
- Prévoir une augmentation progressive de la production de contenus technologiques locaux, soit 30 % d'ici 2013, 50 % d'ici 2016 et 75 % d'ici 2020 ;
- Développer de nouveaux matériaux de pointe comme alternative à l'utilisation des produits pétroliers ;
- Mettre en place une Fondation nationale pour la science.

À la demande du gouvernement, l'UNESCO a mis en place, en octobre 2004, un Conseil consultatif international pour les réformes du système scientifique nigérian. L'un des objectifs du processus de réforme était de diversifier l'économie nigériane, qui était devenue extrêmement dépendante des fluctuations des cours pétroliers au niveau mondial. Le Conseil a recommandé (UNESCO, 2006) :

- La création d'un Fonds de dotation de 5 milliards de dollars US au Nigéria qui serait complété par les apports d'autres donateurs ;
- La création d'une Fondation nationale pour la science, qui serait un organisme de financement indépendant pour la recherche et les projets ainsi que les programmes compétitifs en matière d'innovation. Ses principales missions seraient d'attribuer, par voie de concours, des allocations aux institutions de recherche, universités, entreprises et individus ; de fournir du matériel aux équipes de recherche ; et enfin de créer des universités vouées à la recherche ;
- La création de zones « d'incitation à l'entrepreneuriat » autour d'un environnement technologique dans chacun des États de la Fédération où, par exemple,

Encadré 9 : Les instituts africains de science et technologie

L'Université africaine des sciences et de la technologie (AUST) d'Abuja, au Nigéria, a été établie en 2007 par l'Institution Nelson Mandela, une organisation caritative basée aux États-Unis, comme la première université du Réseau panafricain d'instituts de science et technologie et de centres d'excellence du continent.

La première rentrée académique de l'AUST a eu lieu en juin 2008. Deux années plus tard, l'université proposait déjà cinq programmes de master en mathématiques pures et appliquées, informatique, physique appliquée et science des matériaux ainsi qu'en ingénierie pétrolière. Dans les années à venir, l'université compte également mettre en place son propre programme doctoral et établir de solides partenariats avec des universités étrangères afin de permettre aux doctorants de réaliser une partie de leurs recherches à l'étranger.

L'AUST d'Arusha en Tanzanie offre six programmes de troisième cycle dans les filières de la science et génie des matériaux, biosciences et biogénétique, mathématiques et génie informatique, environnement et hydraulique, ingénierie et sciences de l'énergie (énergies renouvelables et non renouvelables) ; sciences humaines et les études de commerce et gestion. Cette dernière filière inclut la gestion et l'entrepreneuriat, la gestion de l'innovation et la compétitivité, les sciences juridiques et les droits de propriété intellectuelle.

Chacune des AUST compte devenir un institut de recherche de renommée mondiale. L'AUST d'Abuja a tissé de nombreux liens avec la communauté scientifique africaine de la diaspora et développé des partenariats avec l'Institut africain des sciences mathématiques implanté à la ville du Cap (Afrique du

Sud), l'Institut indien de technologie de Bombay (Inde) ainsi qu'avec le centre affilié AUST dénommé Institut international d'ingénierie de l'eau et de l'environnement de Ouagadougou (Burkina-Faso). L'AUST d'Abuja devrait également collaborer avec les Nigériens dans le cadre de la Commission des Nigériens de la diaspora établie par le Parlement en 2010 pour identifier les spécialistes et experts nigériens résidant à l'étranger et les encourager à prendre part à l'élaboration des politiques et à la formulation des projets au Nigéria. Parmi les organismes qui parrainent l'AUST d'Abuja, on compte le Centre international Abdus Salam de physique théorique de l'UNESCO, le Groupe de la Banque africaine de développement et la Société nationale de pétrole du Nigeria.

Source : les auteurs, voir le site <http://aust.edu.ng/>; www.nm-aist.ac.tz/index.htm

les entreprises pourraient obtenir un permis d'exercer au bout de 30 jours et bénéficier de coûts de capital réduits ;

- L'allocation de financements ciblés et d'une assistance technique à six universités nigérianes pour leur permettre d'être classées parmi les 200 premières universités mondiales d'ici à 2020.

Ces quatre recommandations ont depuis lors été approuvées par le gouvernement. En outre, la proposition de créer une Fondation nationale pour la science a été intégrée, comme nous l'avons mentionné plus haut, dans le projet de transformation économique de *Nigeria Vision 20:2020*. En 2010, le gouvernement a approuvé un fonds spécial d'intervention de 210 millions de dollars US pour une période de trois ans, afin de développer des centres d'excellences dans six universités. Il a également approuvé une allocation de 66 millions de dollars US pour la modernisation de certaines écoles polytechniques et établissements de formation. Le Nigéria compte 104 universités agréées, parmi lesquelles 27 sont des universités

fédérales, 36 sont des universités d'État et 41 sont des universités privées.

En 2010, le Parlement a approuvé la mise en place de la Commission des Nigériens de la diaspora. Le but de cette commission est d'identifier les experts nigériens résidant à l'étranger et les encourager à participer à l'élaboration des politiques et à la formulation des projets au Nigéria. L'Université africaine des sciences et de la technologie d'Abuja devrait collaborer avec la Commission pour mettre en œuvre ce projet (Encadré 9).

Les priorités pour le développement industriel au Nigéria

Le Nigéria compte environ 66 instituts de R&D qui couvrent divers secteurs de l'économie. La R&D dans plusieurs de ces instituts a résulté en une série d'inventions et de brevets nationaux mais la majeure partie n'a pas encore atteint le stade de produits et procédés innovants. Conformément à la stratégie du gouvernement NEEDS et aux réformes qui s'en sont suivies, le gouvernement fédéral a approuvé, en 2007, un financement pour le développement du village de technologie d'Abuja et mis en place une équipe chargée

RAPPORT DE L'UNESCO SUR LA SCIENCE 2010

du projet. Ce projet s'inspire des initiatives similaires à travers le monde qui rassemblent les compagnies locales et multinationales ainsi que les zones résidentielles. Il s'agit notamment de la Silicon Valley aux États-Unis, de Dubai Internet City, de l'International Technology Park en Inde et du Cyberjaya en Malaisie. Les principaux domaines de recherche du village de technologie d'Abuja sont : les technologies minières, la biotechnologie, les technologies énergétiques et les TIC.

L'Agence nationale du développement des biotechnologies a été établie en 2001 en tant que cadre institutionnel pour la mise en œuvre de la Politique nationale en matière de biotechnologies adoptée la même année. L'Agence a pour mission de coordonner, promouvoir et réglementer toutes les activités de biotechnologie dans le pays dans l'optique d'utiliser ces technologies de pointe pour la promotion d'un environnement sain, pour garantir la sécurité alimentaire et un accès, à un coût abordable, aux services de santé ainsi que la réduction de la pauvreté. Son développement a toutefois été entravé par le retard dans l'adoption d'une loi sur la biosécurité qui régit le cadre d'introduction et de développement des cultures génétiquement modifiées au Nigéria. Pour plus d'informations à ce sujet, voir l'Encadré 8.

Au début du siècle, l'état de l'infrastructure en matière de technologies de l'information laissait à désirer. Les régimes technologique et industriel se caractérisaient par des importations sous tous azimuts de technologies dans lesquelles les accords de transfert de technologie contenaient des clauses abusives. Parmi ces clauses, on retrouve des tarifications monopolistiques, des pratiques commerciales restrictives, des restrictions à l'exportation, des taux de rémunération élevés, des clauses léonines en matière d'équipement, de matières premières, de composants, etc., le manque de programmes de formation et gestion et très peu d'opportunités pour la R&D locale.

En 2001, l'élaboration d'une Politique nationale pour les technologies de l'information visait à diminuer la dépendance du Nigéria vis-à-vis des technologies importées et promouvoir l'intégration globale du pays pour faciliter le développement économique. La politique a fait l'objet d'un processus consultatif qui a rassemblé tous les acteurs⁷ majeurs dans le domaine des technologies de l'information.

7 Il s'agit notamment des acteurs comme la « Nigeria Computer Society », de la « National Information Technology Professionals Association » et de l'« Association of Licensed Telecommunication Companies in Nigeria » (ALTCON) et de tous les Nigériens de la Diaspora.

En 2001, le Nigéria a créé une Agence nationale du développement des technologies de l'information dans le but de mettre en œuvre sa politique en TIC. Six années plus tard, le taux d'accès Internet est passé de 0,3 % en 2002 à 6,8 %. Le développement de logiciels est un domaine qui mérite un apport d'investissements au Nigéria.

En Juillet 2006, le gouvernement fédéral a lancé l'Initiative « A Computer for All Nigerians » (CANI, en français : Un ordinateur pour tous les Nigériens). Ce partenariat public-privé est parrainé par le ministère fédéral de la Science et de la technologie, Microsoft et Intel. Les ordinateurs sont montés avec des processeurs Intel et sont assemblés localement par IBM (International Business Machines), Hewlett Packard et quatre compagnies nigériennes : Omatek, Zinox, Brian et Beta Computers. Grâce à ce régime, les ordinateurs de bureau et les portables sont proposés aux employés avec une remise de 30 % du prix du marché. Des prêts bancaires sur 24 mois sont également proposés pour l'achat d'ordinateurs personnels (PCs). Les prêts sont garantis par l'employeur et les mensualités sont directement déduites du salaire de l'employé. Les employeurs sont encouragés à subventionner le package à hauteur de 20 % pour réduire le coût d'un PC à la moitié du prix du marché.

En 2003, après le lancement du NigeriaSat-1 grâce au concours de la Fédération de Russie, le Nigéria est devenu le troisième pays africain après l'Afrique du Sud et l'Égypte à avoir une présence dans l'espace. Le satellite NigeriaSat-1 surveille l'environnement et fournit des informations nécessaires au développement de l'infrastructure. Grâce à cette prouesse, le Nigéria rejoint l'Algérie, la Chine, le Royaume-Uni et le Vietnam dans le cadre de la Constellation de surveillance des catastrophes. Le lancement du NigComSat-1 a suivi en 2007 en coopération avec la Great Wall Industry Corporation en Chine, en vue de développer de meilleurs réseaux de télécommunications en Afrique.

En avril 2010, la Loi sur la participation locale dans le développement de l'industrie du pétrole et du gaz (Loi sur le contenu local) a reçu l'approbation présidentielle. Actuellement en vigueur, cette nouvelle loi cherche à accroître la participation autochtone à l'industrie de gaz et pétrole par la proposition de seuils d'utilisation des services et matériels locaux et le recrutement d'un personnel nigérian. La Loi sur le contenu local dérive de la Politique nigérienne en matière de contenus, laquelle vise à promouvoir une participation active des Nigériens dans le secteur pétrolier sans compromettre le respect des normes. La politique met également l'accent sur la promotion des activités à forte valeur ajoutée au Nigéria, notamment par l'utilisation des

matières premières, des produits et services locaux, en vue de stimuler le développement des capacités endogènes.

Rwanda

La nouvelle stratégie de développement du Rwanda, telle qu'élaborée dans les rapports comme *Vision 2020* et la *Stratégie nationale d'investissement*, montre une détermination du pays à adopter les S&T comme outil fondamental à la réalisation du développement économique. Les principales mesures gouvernementales pour la promotion des STI incluent l'amélioration de l'infrastructure S&T par le biais des investissements publics et de la coopération Sud-Sud, la promotion d'une économie du savoir à travers les technologies de l'information et l'application des sciences, ainsi que le développement de quelques instituts d'enseignement supérieur reconnus au niveau international, y compris l'Université nationale du Rwanda et l'Institut de science, technologie et gestion de Kigali.

Lors du Sommet de l'Union africaine en 2007, le Président rwandais Paul Kagame a annoncé une augmentation des dépenses consacrées aux S&T, lesquelles sont passées de moins de 0,5 % du PIB à 1,6 % quelques années plus tard. Il a également noté que son pays devrait accroître son investissement en R&D à hauteur de 3 % du PIB d'ici 2012. De ce fait, le ratio DIRD/PIB du Rwanda serait alors plus élevé que celui de la plupart des pays développés. Au bord du gouffre il y'a moins d'une décennie et vivant toujours dans l'ombre du génocide, le Rwanda s'est engagé sur une voie qui pourrait conduire à un développement durable axé sur la science.

En 2008, le gouvernement a évoqué la possibilité de mettre en place un fonds de dotation pour l'innovation qui servirait aussi à renforcer la capacité en R&D dans les centres d'excellence au Rwanda. Une première au Rwanda, le fonds serait un partenariat public-privé avec des équipes de recherche autorisées à présenter des demandes de financement collectives ; mouvement qui pourrait faciliter la composition d'équipes de recherche multidisciplinaires. Actuellement, chaque chercheur doit soumettre une demande de financement à chaque ministère individuellement. Cependant, au moment de la rédaction en début 2010, aucun montant spécifique n'a été confirmé pour le fonds et le projet est toujours en cours d'examen (Niyonshuti, 2010).

Sénégal

Au Sénégal, 14 % du PIB est consacré à l'agriculture, qui emploie les trois quarts de la population active (Figure 5). Comme dans la plupart des pays africains, l'essentiel de

la recherche porte sur l'agriculture. Au total, neuf instituts mènent des activités de recherche agricole, les deux principaux étant l'Institut sénégalais de recherche agricole (ISRA) et l'Institut de technologie alimentaire (ITA), qui emploient respectivement 70 % et 5 % des chercheurs sénégalais.

Etant donné l'importance de l'agriculture, le gouvernement a déployé beaucoup d'efforts et d'énergie pour le financement et la réorganisation de la recherche agricole au cours de la dernière décennie. En 1999, il a créé le Fonds national pour la recherche agricole et agro-alimentaire (FNRAA), afin d'en faire le mécanisme pour la canalisation des financements compétitifs pendant la première phase du programme PASAOP de la Banque mondiale, lequel apportait son soutien aux associations d'agriculteurs. Ce fonds est, depuis lors, devenu un instrument d'harmonisation et de promotion de la collaboration institutionnelle en matière de R&D agricole et dans les secteurs connexes. Le FNRAA a été un acteur majeur du Système national de recherches agro-syvo-pastorales (SNRASP) lancé en juin 2009. Ce système a largement contribué au renforcement de la coopération entre les principales institutions opérant dans ce secteur. Le SNRASP a été institué par un Décret promulgué en novembre 2008, lequel découle de la Loi d'orientation agricole adoptée en juin 2004 et visant à mettre en œuvre une vision sur 20 ans du secteur agricole. Le SNRASP a pour but de rationaliser la R&D agricole, de stimuler la collaboration inter-institutionnelle et de mettre en place un réseau informationnel efficace en S&T pour l'agriculture et les secteurs apparentés.

Le ministère de la Recherche scientifique a adopté, en juin 2006, un *Plan stratégique de la recherche* pour la période 2006–2010. Cependant, ce plan n'a pas été mis en œuvre conformément aux prévisions, principalement en raison des nombreux remaniements ministériels. Le ministère a été fusionné avec celui de l'enseignement supérieur en octobre 2009 pour former le ministère de la Recherche scientifique et de l'enseignement supérieur. En 2010, le ministère élaborait, avec le soutien de l'UNESCO, une politique officielle en matière de STI.

Créée en 1999, l'Académie nationale des sciences et techniques du Sénégal est un organe indépendant qui fournit des avis éclairés au gouvernement et sensibilise l'opinion publique aux questions de S&T. L'Académie est divisée en quatre sections : les Sciences Agricoles, les sciences de la santé, les sciences et technologies et les sciences économiques et sociales.

RAPPORT DE L'UNESCO SUR LA SCIENCE 2010

L'Académie compte un certain nombre de réalisations à son actif. À titre d'exemple, elle a adopté un projet de programme pour le développement de l'enseignement des sciences au Sénégal, appelé le Programme indicatif national. Par ailleurs, elle a étudié diverses expériences et techniques novatrices, ainsi que les tendances locales et à l'étranger, comme préambule à l'élaboration d'une politique d'enseignement des sciences. À l'issue d'une mission d'étude exploratoire à Saint-Louis, les membres de l'Académie ont organisé une session scientifique spéciale ayant pour thème « Inondations et aménagement : le cas de la ville de Saint-Louis ». La session a débouché sur l'adoption d'un document de stratégie de contrôle des inondations et d'aménagement urbain qui a été soumis au ministère de l'Agriculture et de l'hydraulique. Ces dernières années, l'Académie a également organisé une série de conférences intercontinentales en partenariat avec le Centre régional africain de technologie et dans le cadre de l'Initiative de développement des académies de sciences d'Afrique (Encadré 5) et de l'Initiative « Knowledge Management Africa » (Encadré 6).

En mai 2008, l'Agence nationale de recherche scientifique appliquée a été créée. Elle opère directement sous la tutelle de la Présidence avec son propre programme d'action. Le développement d'un parc scientifique est l'un de ses programmes qui bénéficie du soutien du Département des affaires économiques et sociales de l'Organisation des Nations Unies (DAES-ONU). Le DAES-ONU soutient également un programme similaire au Ghana. Le parc scientifique du Sénégal sera axé sur quatre domaines : les TIC, les biotechnologies, l'industrie textile et l'aquaculture. En mars 2010, l'Agence a également organisé un Salon sous-régional sur la recherche et l'innovation.

Afrique du Sud

Deux ans seulement après l'élection du premier gouvernement démocratique du pays, un Livre blanc sur la science et la technologie était publié en 1996. Intitulé *Preparing for the 21st Century*, le Livre blanc mettait l'accent sur un certain nombre de défaillances du système (OCDE, 1999) :

- Un système scientifique fragmenté et mal coordonné ;
- Une érosion de la capacité d'innovation ;
- Un déficit de connaissances et des mécanismes de transferts de technologie insuffisants ;
- Un nombre insuffisant de réseaux aussi bien au niveau régional qu'à l'échelle mondiale ;
- Un faible niveau d'investissement en R&D ;

- Des déséquilibres créés par les mesures et politiques antérieures ;
- Un manque de compétitivité à l'échelle internationale.

Plusieurs recommandations ont été formulées dans le Livre blanc pour développer le système national d'innovation en Afrique du Sud. Il s'agissait, notamment, de la réaffectation des dépenses publiques suivant les nouvelles priorités pour promouvoir des solutions innovantes au profit des populations défavorisées et, en particulier, l'introduction de processus visant à inciter les institutions de recherche publiques à rechercher de nouvelles sources de financement, la promotion de la diffusion des résultats de la R&D pour une meilleure efficacité des dépenses en R&D et l'introduction des perspectives à long terme dans la planification et la budgétisation pour la R&D (OCDE, 1999).

Six thématiques générales ressortent de l'étude des documents de politique du Livre blanc (OCDE, 1999) :

- Promouvoir la compétitivité et la création des emplois ;
- Améliorer la qualité de vie ;
- Développer et valoriser les ressources humaines ;
- Œuvrer pour la protection et la viabilité de l'environnement ;
- Promouvoir une société de l'information ;
- Produire un volume significatif de produits et services à forte intensité de connaissances.

En 2002, le gouvernement a adopté une Stratégie nationale pour le développement de la recherche. Ce document constitue depuis lors l'outil de référence pour le développement du système national d'innovation en Afrique du Sud. Dans l'optique de promouvoir la compétitivité de l'Afrique du Sud, le document de Stratégie identifie les domaines technologiques clés et les plate-formes scientifiques. Les premiers concernent la biotechnologie, les nanotechnologies et les TIC tandis que les seconds comprennent les recherches antarctiques, la biologie marine, l'astronomie et les paléosciences.

La Stratégie nationale pour le développement de la recherche reconnaissait la nécessité de développer des synergies entre les composantes publiques et privées du système scientifique afin de créer les richesses, d'améliorer la qualité de vie, de mettre en valeur les ressources humaines et de renforcer les capacités en R&D. Elle s'est aussi fixé pour objectif d'atteindre 1 % du ratio DIRD/PIB. Les mesures d'incitations fiscales au titre de la R&D constituent l'une des actions entreprises par le gouvernement en 2008, pour réaliser cet objectif (voir page 68).

Un autre objectif de la Stratégie nationale pour le développement de la recherche était d'augmenter proportionnellement le nombre de chercheurs et techniciens qualifiés, par l'adoption d'une double approche amont (l'effectif actuel dans la R&D) et aval (les élèves). En amont, le gouvernement a depuis lors mis en place une Initiative pour les chaires sud-africaines de recherche, un programme de développement des centres d'excellence et un programme de bourses postdoctorales. En aval, il a introduit l'initiative de bourses d'études et les programmes de « Jeunesse et Science », « Science et Ingénierie » et de « Sensibilisation à la technologie ».

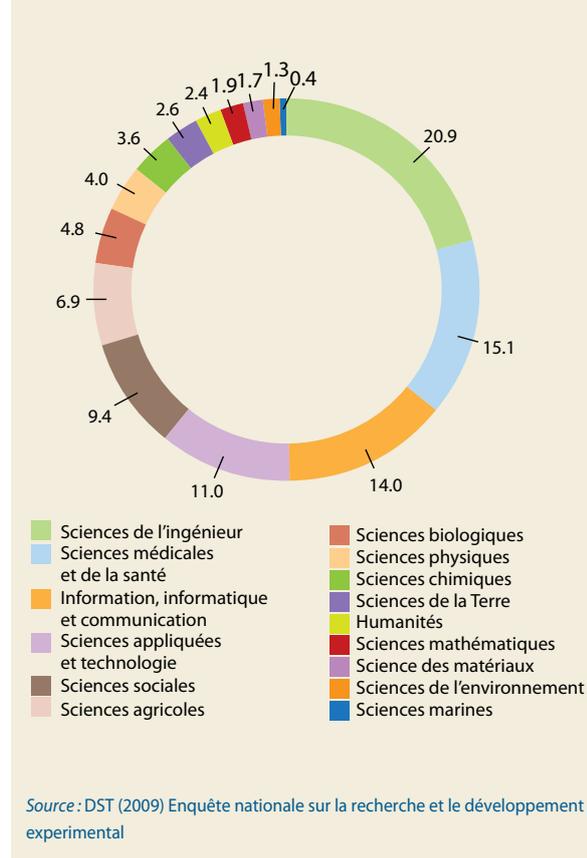
Depuis l'adoption de la Stratégie nationale pour le développement de la recherche, la collecte et l'analyse des données statistiques ont été renforcées et de nouveaux indicateurs ont été introduits en vue d'évaluer les performances du système national d'innovation. Le rôle du Conseil consultatif national sur l'innovation (NACI) est d'établir un diagnostic clair et de proposer des solutions pour améliorer le système national d'innovation.

Le NACI est composé de 22 membres. Etabli juridiquement en 1997, le Conseil apporte des avis consultatifs au ministre de la Science et de la technologie ainsi qu'au Cabinet sur le rôle et la contribution de la science, des mathématiques, de l'innovation et de la technologie dans la promotion des objectifs nationaux. Le NACI identifie aussi les axes prioritaires en matière de R&D. Le Conseil regroupe l'ensemble des secteurs et organisations qui participent au système national d'innovation en Afrique du Sud. Il est coordonné par un secrétariat professionnel basé au sein du ministère de la Science et technologie à Pretoria et par trois comités consultatifs spécialisés. Il s'agit du Comité de la science, ingénierie et technologie pour les femmes, du Comité consultatif national en biotechnologie et du Groupe de travail sur les indicateurs.

L'évolution des investissements en R&D en Afrique du Sud

L'Afrique du Sud a pu accroître la part de la DIRD, laquelle est passée de 0,7 % du PIB au moment de l'adoption de la Stratégie nationale pour le développement de la recherche à 0,9 % en 2006. Le secteur économique a financé 44,8 % de la DIRD en 2006 pour une performance de 57,7 %. Les investissements sont inégalement répartis à travers le pays toutefois, étant donné que trois des neuf provinces concentrent les quatre cinquièmes de l'investissement total. L'*Enquête nationale sur la recherche et le développement expérimental* menée en 2006 et 2007 par le ministère de la Science et technologie (DST, 2009)

Figure 6 : La ventilation des dépenses publiques en R&D en Afrique du Sud par domaine de recherche, 2006 (%)



a révélé que plus de la moitié des dépenses nationales consacrées à la R&D (51 %) dans les secteurs public et privé était concentrée dans la seule province de Gauteng. Les provinces du Cap-Occidental (20,4 %) et du Kwazulu-Natal (11,0 %) arrivaient respectivement en seconde et troisième position.

En Afrique du Sud, les efforts en matière de R&D peuvent être subdivisés en 15 vastes domaines. En 2006, la grande partie des financements publics a été consacrée aux sciences de l'ingénieur (Figure 6). Il peut y avoir une corrélation entre ce niveau élevé de financement et les progrès significatifs réalisés ces dernières années dans l'ingénierie en Afrique du Sud. Le « Southern African Large Telescope » en est une illustration (Encadré 10). La médecine, les sciences de la santé, l'informatique, l'information et les communications sont les autres domaines qui ont reçu une allocation considérable.

RAPPORT DE L'UNESCO SUR LA SCIENCE 2010

Vers une économie de la connaissance en Afrique du Sud

En juillet 2007, le DST a adopté un plan décennal pour l'innovation (2008–2018). L'Innovation pour une économie de la connaissance s'appuie sur les bases jetées par la Stratégie nationale pour le développement de la recherche adoptée en 2002. L'objectif de ce plan décennal est de contribuer à la transformation de l'Afrique du Sud en une économie de la connaissance dans laquelle la production et la diffusion du savoir génèrent des bénéfices économiques et enrichissent tous les domaines de l'activité humaine. Ce plan repose sur cinq grands défis :

- *La chaîne de valeur « Farmer to Pharma » pour consolider la bio-économie* : au cours de la prochaine décennie, le but est que l'Afrique du Sud devienne un leader mondial en biotechnologie et produits pharmaceutiques, grâce aux ressources locales du pays et une expansion de la base des connaissances (Encadré 8) ;
- *La recherche spatiale et la technologie* : l'Afrique du Sud doit devenir un acteur majeur de la recherche spatiale et la technologie avec la création de son Agence spatiale nationale en 2009, une industrie des satellites en pleine expansion et un grand nombre d'innovations dans les sciences spatiales, l'observation

de la terre, les communications, la navigation et l'ingénierie ;

- *La sécurité énergétique* : l'Afrique du Sud doit remplir ses objectifs à moyen terme en matière d'approvisionnement énergétique tout en innovant sur le long terme dans les technologies vertes pour la combustion du charbon, l'énergie nucléaire, les énergies renouvelables et les promesses d'une économie de l'hydrogène ;
- *La recherche sur le changement climatique* : la position géographique de l'Afrique du Sud lui permet de jouer un rôle de premier plan dans la recherche sur le changement climatique ;
- *Les dynamiques humaine et sociale* : en tant que l'une des grandes voix des pays en développement, l'Afrique du Sud doit contribuer à une meilleure compréhension des nouvelles tendances sociales et du rôle de la science dans la stimulation de la croissance et du développement.

Le gouvernement a lancé un programme d'incitations fiscales au titre de la R&D en 2008 dans l'optique d'accompagner la réalisation de l'objectif de 1 % du ratio DIRD/PIB précisé dans la Stratégie nationale pour

Encadré 10 : Le plus grand télescope de l'hémisphère sud

Le « *Southern African Large Telescope* » (SALT) est le plus grand télescope optique de l'hémisphère sud (voir la photo, page 28), formé d'un miroir hexagonal d'environ 11 m de diamètre. Il est situé dans la région semi-désertique de Karoo en Afrique du Sud.

Le SALT est une installation de l'Observatoire astronomique d'Afrique du sud établi en 1972 et géré par la Fondation nationale de la recherche d'Afrique du Sud. Inauguré en novembre 2005, le SALT a été financé par un consortium de partenaires d'Afrique du sud, des États-Unis, de l'Allemagne, de la Pologne, de l'Inde, du Royaume-Uni et de la Nouvelle Zélande.

Le télescope sera capable d'identifier et d'enregistrer des étoiles, des galaxies

et des quasars éloignés, qui sont un milliard de fois trop faiblement lumineuses pour être visibles à l'œil nu, autant qu'une flamme de bougie qu'on tenterait d'observer à la distance de la lune.

En 2010, l'Observatoire astronomique d'Afrique du sud a été sélectionné pour accueillir l'Office de l'Union astronomique internationale, lequel va jouer un rôle clé pour le développement de l'astronomie dans les pays en développement à travers la coordination et la gestion de toutes les activités éducatives.

L'astronomie sud-africaine a célébré un autre événement important en 2010, lorsque les quatre premiers télescopes du prototype radiotélescope

KAT-7 ont été rassemblés en un système intégré pour produire une image interférométrique d'un corps astronomique. L'interférométrie est une technique à travers laquelle les signaux radio recueillis au même moment par un système de réseaux de radiotélescopes sont traités en une seule image de haute définition. Cette étape est de bonne augure dans la perspective d'une candidature africaine pour l'accueil du « *Square Kilometre Array* », le plus grand des radiotélescopes au monde. En effet, cela démontre que les Africains ont l'expertise technique pour la construction d'un instrument de travail d'une telle complexité.

Source : www.salt.ac.za; www.saao.ac.za; SouthAfrica.Info (2010a ; 2010b)

le développement de la recherche. Ce programme vise à encourager les entreprises à investir davantage dans la R&D et l'innovation (NACI, 2009). Il encourage les entreprises privées à acquérir des immobilisations, des technologies et à embaucher du personnel pour la R&D suivant les combinaisons les plus productives et, par la suite, à solliciter les avantages fiscaux. Les mesures d'incitation comprennent une déduction fiscale de 150 % au titre des dépenses réelles effectuées pour les activités éligibles et prévoient un amortissement accéléré des immobilisations utilisées pour la R&D sur une période de trois ans au taux de 50:30:20.

Le gouvernement a aussi instauré un régime lui permettant d'évaluer l'impact du programme d'incitations fiscales au titre de la R&D sur l'économie et la société. Selon la Loi relative à l'impôt sur le revenu, le DST doit présenter un compte-rendu des dépenses consacrées aux activités de R&D et des bénéfices directs de telles activités en termes de croissance économique, d'emploi et d'autres objectifs gouvernementaux.

En 1999, le DST a mis en place un Fonds d'innovation. Il investit dans la R&D avancée, la protection de la propriété intellectuelle et la commercialisation des technologies originales. Parmi les critères de sélection, il est prévu que les postulants forment un consortium et proposent un programme de diffusion de leurs nouvelles technologies aux petites, moyennes et microentreprises. A partir de 2010, les demandes de financement seront gérées par la nouvelle Agence d'innovation technologique.

Parmi les autres mesures pour favoriser les liens université-industrie, les Conseils scientifiques sont désormais autorisés à collaborer avec les entreprises de haute technologie, que ce soit par le biais de leur propre R&D ou via la commercialisation des résultats issus de la recherche universitaire. Le ministère du Commerce a également introduit le Programme de technologie pour les ressources humaines dans l'industrie. Géré par la Fondation pour la recherche nationale, le programme complète le financement assuré par les projets de recherche université-industrie (OCDE, 1999).

En 2008, l'Afrique du Sud a exporté la majeure partie de ses produits de haute technologie en Allemagne, suivi de la France, du Nigéria et de la Zambie. L'essentiel des technologies importées provenaient de la Chine, suivie des États-Unis, de l'Allemagne et de la Suède (NACI, 2009).

L'accès à Internet reste encore coûteux pour beaucoup de Sud-africains. Ce qui en fait un autre obstacle au

développement d'une économie du savoir. Seulement 8,2 % de la population avait accès à Internet en 2007. Dans un discours au Parlement en avril 2010, le ministre des Communications soulignait qu'« au cours des cinq dernières années, des charges exorbitantes ont été affectées au coût des communications et des activités commerciales en Afrique du Sud ». Il a ajouté qu'« une consultation visant à créer un cadre d'analyse général des politiques en TIC était entamée ». Il a également annoncé le développement par le ministère des Communications, d'une Stratégie pour les petites et moyennes entreprises en TIC, en vue de créer des pépinières d'entreprises dans les provinces de Limpopo, Mpumalanga et Kwazulu (ministère des Communications, 2010).

L'Afrique du Sud est très active en matière de collaboration panafricaine. Elle préside le groupe sciences et technologie de la Communauté de développement d'Afrique australe (SADC), laquelle a récemment élaboré un plan décennal pour la SADC. L'Afrique du Sud soutient également trois projets phares du NEPAD : l'Institut africain des sciences mathématiques, le Centre africain du laser et le Réseau des biosciences de l'Afrique australe. L'Afrique du Sud participe également aux tables rondes organisées par le NEPAD et l'Association régionale des universités de l'Afrique australe portant sur la mise en œuvre du CPA et le renforcement des capacités en ingénierie. Elle s'est aussi portée candidate pour abriter l'Observatoire africain des STI (voir page 51).

Ouganda

L'industrie manufacturière, la construction et l'exploitation minière sont les principales activités industrielles de l'Ouganda. Le secteur industriel représente près de 25 % du PIB et semble s'être accru de 7,0 % en 2007 contre 6,4 % l'année précédente. La découverte de gisements pétroliers commercialement viables a fait naître l'espoir que l'Ouganda deviendra bientôt un exportateur de pétrole.

En matière d'innovation, il a été dit que le facteur primordial pour un pays n'est pas le niveau d'innovation atteint mais plutôt sa capacité à adopter, adapter et à absorber les technologies. Plusieurs industries sous-utilisent pourtant leurs capacités de production en Ouganda. Divers éléments sont à l'origine de cette sous-utilisation : 1) certaines industries ont importé une technologie obsolète ou alors elles n'assurent pas une maintenance régulière des machines ; 2) certaines technologies ne sont pas adaptées aux conditions locales et aussi 3) certaines technologies ont été importées sans le savoir-faire technique indispensable à leur bon fonctionnement, les rendant ainsi inutilisables

RAPPORT DE L'UNESCO SUR LA SCIENCE 2010

– en particulier, lorsque ces machines et équipements techniques tombent en panne. Une autre barrière du système vient du fait que certains organismes et institutions mandatés pour contrôler le transfert de technologie, l'évaluation ainsi que les prévisions, n'ont pas les moyens nécessaires pour mener à bien leur mission. Parmi ces organismes, on peut citer l'Autorité d'investissement de l'Ouganda, le Bureau des services d'enregistrement de l'Ouganda, l'Institut de recherche industriel ougandais et le Conseil national pour la science et la technologie de l'Ouganda.

La Politique nationale d'industrialisation établie en 2008 vise à créer un environnement favorable à l'initiative privée et à mettre en place un système industriel respectueux de l'environnement afin de soutenir les industries dans leurs efforts d'amélioration de la productivité et de la qualité des produits par le biais de l'innovation. Elle prévoit des dispositions pour développer les industries locales exploitant des ressources naturelles telles que le pétrole, le ciment, les engrais et l'industrie agro-alimentaire (articles en cuir, produits laitiers, vêtements, etc.) ainsi que les industries à forte intensité de connaissances spécialisées dans les TIC, les centres d'appel, et les produits pharmaceutiques. Les stratégies comprennent, entre autres, la stimulation des investissements directs étrangers pour le secteur industriel et pour les services liés à l'industrie, la création d'un contexte favorable aux partenariats public-privé pour assurer la production de produits et services à très forte valeur ajoutée destinés à la consommation locale et à l'exportation, une base d'imposition plus large ainsi que la promotion d'une agriculture intégrée pour la production des produits de niche à forte valeur ajoutée.

En 2008, la Loi sur l'énergie atomique a permis de mettre en place un Conseil de l'énergie nucléaire. La loi a également permis de définir un cadre général de promotion et développement de l'énergie nucléaire pour son utilisation dans la production d'électricité et à d'autres fins pacifiques.

La Politique ougandaise en matière de technologies de l'information et de la communication remonte à 2003. Bien que l'accès à Internet ait depuis lors connu une légère croissance (avec 2,5 % de la population y ayant accès en 2006), l'infrastructure d'accès reste concentrée aux grandes villes, tandis que les zones rurales dépendent essentiellement des applications satellitaires (VSAT). La phase 1 de l'initiative vouée au développement de l'infrastructure nationale de base (National Backbone Infrastructure (NBI) s'est achevée

en 2008 par l'établissement d'une zone de couverture de 900 km de fibre optique grande capacité à Kampala. La phase 2, quant à elle, couvrait une zone supplémentaire de 1500 km en 2009. En conséquence, l'infrastructure de télécommunications à Kampala et dans les environs est relativement bien développée, grâce à une infrastructure pour le déploiement de la fibre optique et de liaisons hertziennes. De nouvelles entreprises spécialisées dans les TIC et des centres de formation ont proliféré sous la forme de fournisseurs de terminaux téléphoniques et de crédits de communication tels que Midcom et Simba Telecom. Les filières liées aux TIC telles que l'ingénierie des télécommunications sont maintenant proposées dans les universités, notamment au Centre IT de l'Université de Makerere et au parc d'incubateurs TIC de l'Autorité d'investissement de l'Ouganda.

Bien que la DIRD reste faible en Ouganda, soit approximativement 0,3 à 0,4 % du PIB, la totalité des dépenses publiques pour la R&D est utilisée à des fins civiles, contrairement à d'autres pays où elles englobent aussi les dépenses militaires (UNCST, 2007 ; 2009).

En Ouganda, il est difficile de qualifier la R&D au sens strict tel que défini dans le *Manuel de Frascati*. Toutefois, le gouvernement investit dans un certain nombre de programmes liés à la R&D. Il s'agit en particulier des programmes en appui à la R&D menée dans les centres de recherche universitaires, lesquels bénéficient des financements de l'Initiative du millénaire pour la science et de l'Agence suédoise d'aide au développement international. Le gouvernement finance également les programmes R&D mis en œuvre par les départements de recherche et les organismes publics tels que l'Institut de recherche industriel ougandais, l'Organisation nationale pour la recherche agricole et le Centre de recherche clinique.

Le gouvernement finance également les projets gérés par le Conseil national pour la science et la technologie et l'Université de Makerere afin d'aider les entreprises à développer la R&D. Le budget de la période 2010–2011, annoncé en juin 2010, vient donner un nouveau souffle à l'enseignement supérieur. Il prévoit une allocation supplémentaire de 2,2 millions de dollars US pour l'Université de Makerere et une somme de 1,8 millions pour la création d'un fonds de capital risque pour le lancement de start-ups par les jeunes diplômés de l'université. Les chercheurs ougandais devraient aussi recevoir une augmentation salariale de 30 % et une allocation supplémentaire de 540 000 dollars US sera octroyée à l'Institut de recherche industriel ougandais. Quant à Enterprise Uganda, ce fonds de soutien à l'entrepreneuriat

devrait recevoir une allocation supplémentaire de 450 000 dollars US (Nordling, 2010c).

En 2006, l'Ouganda a reçu de la Banque mondiale, un prêt de 25 millions de dollars US pour soutenir les S&T à travers le pays. Ceci passe par la création de centres régionaux de recherche d'excellence qui seront autant bénéfiques à l'Ouganda qu'à toute la région. Le prêt a été essentiellement accordé en raison des nombreux efforts déployés par l'Ouganda pour renforcer ses propres capacités en S&T, en particulier dans les secteurs de l'agriculture et de la santé publique, à travers la Loi ougandaise portant sur l'organisation de la recherche médicale (2006).

La Politique nationale de recherche agricole a été rendue publique en 2003 conformément aux principes du *Plan pour la modernisation de l'agriculture*, dans le but de développer l'agriculture par le biais d'une meilleure orientation et dissémination des travaux de recherche, ainsi que de technologies améliorées, tout en favorisant l'adoption de celles-ci. Cette politique prévoit des lignes directrices pour la formulation des programmes de recherche agricole et la hiérarchisation des priorités de ceux-ci. Les domaines d'action prioritaire pour la R&D sont :

- Le développement et la multiplication des technologies mais aussi l'entreposage des matériaux, l'importation, l'adaptation et l'adoption de systèmes de cultures résistants aux maladies et aux parasites et permettant des rendements plus élevés ;
- Une recherche socio-économique comprenant l'évaluation participative des besoins, l'adoption des technologies et des études d'impact, la recherche et l'analyse des politiques, les analyses coûts-bénéfices et les technologies liées aux questions du genre ;
- Une recherche agricole basée sur les problématiques de la pauvreté et de la sécurité alimentaire ;
- L'application des technologies d'information pour le développement des systèmes d'aide à la décision tels que la modélisation des cultures ;
- L'énergie et les technologies de traitement post-récolte, y compris la force de travail animale, l'énergie solaire et éolienne ainsi que la production de biogaz ;
- Le stockage et la conservation des produits périssables ainsi que la transformation des produits agricoles ;

- La gestion des terres et des ressources en eau, la fertilité des sols, la dégradation des terres, les systèmes de production (pour les cultures, les animaux d'élevage, l'aquaculture et l'agroforesterie) ainsi que les techniques de récolte et l'irrigation ;
- La gestion durable des ressources naturelles incluant la pêche de capture, la préservation de la biodiversité et les technologies propres et respectueuses de l'environnement ;
- L'intégration du savoir indigène dans les technologies modernes et améliorées, notamment pour le contrôle des maladies et des parasites, la conservation des aliments et l'amélioration du goût et de la qualité des aliments.

En 2008, le gouvernement ougandais a approuvé la première Politique nationale en matière de biotechnologie et de biosécurité. Cette politique définit les objectifs et donne les orientations pour la promotion et la réglementation de l'usage des biotechnologies dans le pays (Encadré 8). En juillet 2006, le Conseil national pour la science et la technologie a présenté au gouvernement un ensemble de mesures relatives aux STI pour approbation et mise en œuvre. Les objectifs généraux sont de :

- Sensibiliser davantage l'opinion publique sur la nécessité des STI ;
- Accroître les investissements dans le domaine des STI ;
- Soutenir la R&D ;
- Renforcer le système national pour le transfert technologique et la gestion des droits de propriété intellectuelle ;
- Améliorer les systèmes de gestion de l'information ;
- Construire et valoriser le capital humain et les infrastructures nécessaires au développement des STI ;
- Renforcer les systèmes permettant de garantir la sécurité, l'éthique et des normes élevées de qualité en matière de STI ;
- Renforcer le cadre de coordination des STI.

La politique nationale en STI a été mise en œuvre une année après que le gouvernement ait introduit des mesures pour améliorer le niveau de la culture scientifique et inciter davantage de jeunes à embrasser des carrières scientifiques. Dans le cadre de la Politique du gouvernement pour la science et l'éducation adoptée en 2005, les cours de biologie, de chimie et de physique sont désormais obligatoires pour tous les élèves de l'enseignement secondaire. Les étudiants inscrits en première année universitaire doivent

RAPPORT DE L'UNESCO SUR LA SCIENCE 2010

obligatoirement choisir quelques matières scientifiques, quel que soit leur diplôme. Près de trois quarts des bourses du gouvernement sont allouées aux étudiants inscrits dans des filières scientifiques à l'université et dans d'autres institutions de l'enseignement supérieur.

CONCLUSION

Bien que la plupart des dirigeants africains soient convaincus que la lutte contre la pauvreté et la réalisation des Objectifs du millénaire pour le développement passent au préalable par un développement axé sur la science, il faudrait encore beaucoup de détermination pour que cette conviction se transforme en un plan d'action cohérent. Il faudrait compter également sur un véritable engagement de la part des gouvernements pour le mettre en œuvre. Sept niveaux d'action nécessitent l'attention particulière des gouvernements :

Premièrement, il est primordial que toute politique nationale fondée sur les besoins technologiques et industriels de la société soit correctement définie en collaboration avec les institutions locales en charge de la recherche scientifique. Il est impératif pour un pays qui veut mettre en place une politique scientifique claire et efficace de constituer un organe efficace pour sa politique scientifique. La constitution d'un tel organe implique à la fois des décideurs, des gestionnaires et conseillers ayant une expérience scientifique reconnue, suffisamment de responsabilités et de pouvoir pour que cet organe puisse concevoir et exécuter le plan d'action national, mais aussi qu'il puisse coordonner toutes les activités en S&T à travers le pays. Le nombre de pays africains ayant des organes de politique scientifique s'est accru de manière substantielle ces dernières années, en particulier au niveau des départements ministériels. Plus de 40 ministères sont actuellement en charge de l'élaboration des politiques nationales en matière de S&T dans la région. Néanmoins, un certain nombre de problèmes doivent être résolus avant que ces organes puissent être en mesure de fournir les services attendus. Ces problèmes sont largement liés à l'insuffisance des financements et à la mauvaise gestion et organisation des S&T.

Deuxièmement, il est primordial que la politique scientifique soit entièrement intégrée dans le plan de développement national. Cela permettra de garantir que les connaissances en S&T produites par les différentes institutions de recherche soient effectivement reliées aux besoins socio-économiques et industriels des pays. En outre, assurer une relation étroite entre le plan de développement

national et la politique nationale en S&T permettra, d'une part, d'élargir l'engagement industriel et celui des secteurs productifs en matière de R&D et, d'autre part, de promouvoir une R&D axée sur des missions spécifiques en appui aux secteurs économiques. Ceci est bien illustré dans le cas de la République de Corée où l'action concertée du gouvernement et du secteur privé a permis au pays de réaliser des progrès remarquables en S&T et favorisé ainsi son développement industriel.

Troisièmement, les gouvernements doivent s'assurer qu'ils disposent de financements suffisants pour la mise en œuvre de la politique nationale en S&T. Comme nous l'avons souligné plus haut, sans un engagement ferme de la plupart des gouvernements africains à accroître le niveau de financement actuel de 0,3 % du PIB à un minimum de 1 %, aucune politique scientifique ne sera en mesure de développer et de soutenir la recherche endogène à long terme. La proportion moyenne du PIB allouée à la R&D en Afrique est estimée à environ un dixième de celle allouée dans les pays industrialisés. Cela contraste fortement avec l'important pourcentage du PIB consacré aux dépenses militaires.

Quatrièmement, pour contrer la fuite des cerveaux et garantir une masse critique d'experts hautement qualifiés en S&T, il est indispensable de créer et de soutenir à travers le continent des institutions de recherche et de formation reconnues dans les domaines comme la sécurité alimentaire, l'approvisionnement énergétique, le traitement des maladies tropicales, l'érosion des sols, la qualité de l'eau, la déforestation et la désertification. En outre, les États africains et les organismes donateurs doivent travailler ensemble pour créer des centres de recherche et de formation d'excellence dans les domaines de pointe tels que la biologie moléculaire, la biotechnologie, l'informatique, les nanotechnologies et les nouveaux matériaux. L'Académie africaine des sciences, qui regroupe d'éminents chercheurs de toute l'Afrique et a facilité la mise en place d'un Réseau d'académies des sciences sur le continent, peut jouer un rôle de premier plan dans le développement régional des programmes en S&T. Autant l'Académie des sciences que le Réseau d'académies doivent pouvoir compter sur le soutien des gouvernements africains.

Cinquièmement, chaque pays africain devrait s'efforcer d'avoir au moins 1000 scientifiques par million d'habitants d'ici à 2025. Pour cela, les gouvernements africains et les organismes donateurs devraient financer tout un programme de bourses permettant aux étudiants africains de poursuivre leurs études de troisième cycle dans des institutions de recherche d'excellence présentes sur le continent et dans

d'autres pays en développement ayant déjà une expérience scientifique plus avancée. Un tel programme pourrait être mis en oeuvre en collaboration avec l'Académie des sciences pour le monde en développement (TWAS). Une attention toute particulière devrait être accordée à la découverte et à l'épanouissement des talents. Il est important de soutenir au niveau national, sous-régional et même régional des programmes spéciaux tels que les olympiades qui permettent d'identifier et de sélectionner les étudiants ayant des capacités scientifiques exceptionnelles. Les élèves et étudiants surdoués sélectionnés par l'entremise de tels programmes devraient être suivis dans un environnement propice au développement optimal de leurs talents. Ceci peut être réalisé par le biais de la création d'écoles nationales ou régionales pour élèves surdoués afin de former des élites, comme cela a été le cas en Asie centrale, ou encore par la conception de programmes scolaires et universitaires plus intensifs et plus riches en sciences fondamentales et mathématiques.

Sixièmement, il est urgent de restructurer les systèmes de l'enseignement secondaire et supérieur afin de susciter davantage l'intérêt des jeunes générations pour les sciences. Ceci implique de concevoir une approche beaucoup plus pratique de l'enseignement des sciences dans les salles de cours, de mettre davantage l'accent sur l'apprentissage par la pratique plutôt que sur la mémorisation qui a longtemps caractérisé l'apprentissage scientifique, notamment en biologie. L'Académie française des sciences a lancé, il y a quelques années, l'initiative *La main à la pâte*, qui est devenue une stratégie modèle pour les réformes éducatives en sciences.

Enfin, les pays africains doivent soutenir les programmes qui permettent d'enraciner la culture scientifique aussi bien chez les enfants que chez les adultes. Alors que la science se généralise dans les pays africains, il est important de créer et de soutenir des institutions qui permettent au grand public de comprendre la signification et l'intérêt, pour eux, d'un développement fondé sur la science, à travers un apprentissage continu, tout au long de la vie. Les centres et musées scientifiques permettent également au grand public d'appréhender le rôle que la science peut jouer en matière de lutte contre la pauvreté et de croissance durable. Parmi les 2400 centres et musées scientifiques à travers le monde, seuls 23 se trouvent en Afrique et sont concentrés dans cinq pays : l'Égypte, la Tunisie, le Botswana, l'Île Maurice et particulièrement l'Afrique du Sud qui, à elle seule accueille 17 de ces centres. Il est urgent de créer au moins un centre ou musée scientifique dans chaque pays africain.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Adhiambo, M. (2010) Zebra-scented cattle keep tsetse flies away. *SciDev.net*, le 25 juin. Disponible à : www.scidev.net/
- Akogun K. (2010) House, stakeholders brainstorm on diaspora commission bill. *AllAfrica.com*, le 8 mars. Disponible à : <http://allafrica.com/stories/201003090473.html>
- ATPS (2007) A Framework for the Strategic Analysis and Management of the Brain Drain of African Healthcare Professionals: an Innovation Systems Approach. African Technology Policy Studies Network Paper Series No. 2. Réseau d'études des politiques africaines de technologie (ATPS), Nairobi.
- Bagley, K. (2010) African and international efforts are boosting the continent's biotech industry – for now. *The Scientist.com*. Disponible à : www.the-scientist.com
- Botman, R. H; Fakie, A; Pauw, C. (2009) A Pedagogy of Hope: Higher Education and Sustainable Development in Africa. Travaux présentés lors de la 12^e Conférence générale de l'Association des universités africaines, Abuja, Nigeria, du 4 au 9 mai.
- CEA (2005) *Emerging Issues in Science and Technology for Africa's Development: Science, Technology and Innovation for Meeting Key MDGs*. Division du développement durable de la Commission économique des Nations Unies pour l'Afrique, Addis Abéba.
- Chege, K. (2004) \$12 million greenhouse signals Kenyan GM commitment. *SciDev.net*, le 25 juin. Disponible à : www.scidev.net
- CIA (2010) *World Factbook*. Central Intelligence Agency des Etats-Unis. Disponible à : www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/geos/ao.html
- Commission africaine (2009) *Realising the Potential of Africa's Youth*. Rapport publié par le ministère des Affaires étrangères du Danemark en mai.
- Conseil national de l'Ouganda pour l'éducation supérieure (2006) *The State of Higher Education and Training in Uganda: A Report on Higher Education Delivery Institutions*.

RAPPORT DE L'UNESCO SUR LA SCIENCE 2010

- DAES-ONU (2009) *The Millennium Development Goals Report*. Département des affaires économiques et sociales de l'Organisation des Nations Unies, New York.
- DST (2009) *National Survey of Research and Experimental Development*. Département des sciences et de la technologie, Pretoria.
- Gaillard, J. (2008) *Le système national de recherche scientifique et technique du Bénin: état des lieux*. Rapport préparé pour l'UNESCO, Paris.
- Makoni, M. and Scott, C. (2009) Botswana begins building new S&T university. *SciDev.net*, le 21 mai. Disponible à : www.scidev.net
- Mboya, D. (2010) Kenya hopes to become Africa's carbon trade hub. *SciDev.net*, le 21 juin.
- Ministre des communications (2010) ICT for accelerated service delivery and empowerment! Intervention lors du vote du budget, le 20 avril. Disponible à : www.pmg.org.za
- Moyer, E.J. (2007) An educated view of universities. Collection Research Africa. Disponible à : www.arp.harvard.edu/AfricaHigherEducation/images/Economics0_smText.pdf
- Mugabe, J. et Ambali, A. (2006) *Plan d'action consolidé de l'Afrique dans le domaine de la science et la technologie*. Bureau pour les sciences et la technologie du NEPAD, Pretoria.
- Mvondo, C. (2010) Cameroon puts brain drain into reverse. *SciDev.net*, le 5 janvier.
- NACI (2009) *South African Science and Technology Indicators*. Conseil consultatif national sur l'innovation. Disponible à : www.naci.org.za/resources/pubs.html
- NEPAD (2010) *African Innovation Outlook (Perspectives sur l'innovation africaine)*. Disponible à : www.nepadst.org/doclibrary/pdfs/african_innovation_outlook_2010.pdf
- Ngandwe, T. (2007) Zambia announces plans to plug brain drain. *SciDev.net*, le 26 novembre.
- Niyonshuti, I. (2010) Rwanda: Country to Establish Innovation Endowment Fund. *The New Times*, le 24 janvier. Disponible à : www.allAfrica.com
- Nordling, L. (2010a) Africa analysis: Continent's science plan needs refocus. *SciDev.net*, le 26 février.
- (2010b) Africa analysis: Science observatory faces obstacles. *SciDev.net*, le 31 mars.
- (2010c) Big spending on science promised for East Africa. *Scidev.net*, le 11 juin.
- OCDE (1999) *Science, Technology and Innovation: Recent Policy Development in South Africa*. Organisation de coopération et de développement économiques. Disponible à : www.oecd.org/dataoecd/25/35/2112129.pdf
- Odhiambo, Z. (2007) Kenya signs deal to exploit microbial goldmine. *SciDev.net*, le 5 juillet. Disponible à : www.scidev.net
- Pouris, A. et Pouris, A. (2009) The state of science and technology in Africa (2000–2004): a scientometric assessment. *Scientometrics*, Vol 79 (1).
- Stads, G.J. et Boro, S.I. (2004) Burkina Faso: Agricultural and Technology Indicators. Document de synthèse par pays 21. International Food Policy Research Institute et Groupe consultatif pour la recherche agricole internationale.
- SouthAfrica. Info (2010a) SA to host international astronomy office. *SouthAfrica. Info*, le 26 mai. Disponible à : www.southafrica.info
- (2010b) Major milestone for KAT-7 telescope. *SouthAfrica Info*, le 18 mai. Disponible à : www.southafrica.info/about/science/kat7-170510.htm
- Teng-Zeng, F.K. (2006) Science and Technology Indicators in Africa: Historical Development and Challenges. Travaux présentés lors de la Conférence internationale sur les indicateurs de technologie et d'innovation : histoire et nouvelles perspectives, Lugano, Italie, du 15 au 17 novembre.
- UN Millennium Project (2005) *Innovation: Applying Knowledge in Development*; Task Force on Science, Technology and Innovation. Earthscan, London, Sterling, Virginia, États-Unis.
- UNCST (2009) *Science, Technology and Innovation. Uganda's Status Reports*. Conseil national de l'Ouganda pour les sciences et la technologie, Kampala.

— (2007) *Science, Technology and Innovation. Uganda's Status Reports*. Conseil national de l'Ouganda pour les sciences et la technologie, Kampala.

UNESCO (2010a) *Atteindre les marginalisés. Rapport de suivi sur l'éducation pour tous*. Disponible à : www.unesco.org/fr/efareport/

— (2010b) *Projet pour le renforcement des capacités en politiques nationales en matière de science et technologie en République de Congo*. Brochure. Disponible à : www.unesco.org/science/psd/thm_innov/reform_congo.shtml

— (2006) Le Président du Nigéria engage 5 milliards de dollars US pour la National Science Foundation. *Planète Science* 4(4), octobre. Disponible à : <http://unesdoc.unesco.org/images/0014/001473/147357F.pdf>

Urama, K.C. (2009) *Higher Education for Sustainable Development in Africa*. Special Paper Series, Réseau d'études des politiques africaines de technologie (ATPS), Nairobi.

Zaku, A.B. (2009) Keynote Address presented by the Honourable Minister, Federal Ministry of Science and Technology, Nigeria. Actes de la conférence internationale sur l'édification d'un système national d'innovation au Nigéria. Hôtel Rockview, Abuja, Nigéria, les 6 et 7 juillet.

SITES INTERNET

Abuja Technology Village:
www.abujatechnologyvillage.com

African Regional Intellectual Property Organization:
www.aripo.org

Agence nationale du développement des biotechnologies (Nigéria): www.nabda.gov.ng

Conférence ministérielle africaine sur la science et la technologie : www.nepadst.org

Conseil pour la recherche scientifique et industrielle (Ghana) : www.csir.org.gh

Conseil consultatif national sur l'innovation (Afrique du Sud) : www.naci.org.za

Fonds pour l'innovation (South Africa):
www.innovationfund.ac.za

Mécanisme africain de revue par les pairs : www.aprm.org.za

Nigeria Vision 20: 2020. Voir sous National Planning Commission: www.npc.gov.ng

Organisation africaine de la protection intellectuelle :
www.oapi.wipo.net

Parliamentary Monitoring Group (Afrique du Sud):
www.pmg.org.za

Plan d'action consolidé de l'Afrique dans le domaine de la science et la technologie : www.nepadst.org

Réseau d'études des politiques africaines de technologie (Kenya) : www.atpsnet.org

RAPPORT DE L'UNESCO SUR LA SCIENCE 2010

Kevin Chika Urama est un économiste de l'environnement. Né au Nigeria en 1969, il a reçu le prix James Claydon 2002–2003 de l'Université de Cambridge, au Royaume-Uni, pour la meilleure thèse de doctorat en économie.

Il est actuellement Directeur exécutif du Réseau d'études des politiques africaines de technologie (ATPS), basé à Nairobi au Kenya. En novembre 2010, ATPS a lancé le *Manifeste africain pour la science, la technologie et l'innovation*. Ce Manifeste a été élaboré en collaboration avec des partenaires européens, africains et indiens dans le cadre d'un projet financé par l'UE et portant sur la Science, l'éthique et les responsabilités technologiques dans les pays émergents et en développement. ATPS prépare actuellement un rapport biennal proposant un état des lieux des STI en Afrique.

Mohamed H.A. Hassan est né dans la ville soudanaise d'Elgetina en 1947. Après l'obtention de son doctorat de l'Université d'Oxford au Royaume-Uni, il est rentré au Soudan où il a été professeur et doyen de la Faculté des sciences mathématiques à l'Université de Khartoum.

Il est actuellement Directeur exécutif de l'Académie des Sciences pour le monde en développement (TWAS), basé en Italie. Il est aussi le Président de l'Académie africaine des sciences dont il a été l'un des membres fondateurs, et Président du Conseil honoraire consultatif présidentiel pour la science et la technologie au Nigéria.

Nicholas Ozor est un chercheur post-doc au Réseau d'études des politiques africaines de technologie (ATPS) à Nairobi, au Kenya, où il coordonne des projets de recherche nationaux et internationaux sur les thèmes de l'innovation agricole, le changement climatique et la gestion des technologies et leur transfert.

Né en 1970, il a été titulaire d'une bourse du Commonwealth et enseignant au Département d'agriculture de l'Université du Nigéria à Nsukka. En 2006, il a reçu le prix de la meilleure thèse de doctorat en agriculture dans le cadre du concours pour l'attribution des prix aux thèses doctorales soutenues dans les universités nigérianes, organisé par la Commission des universités nationales.

Ousmane Kane est né en 1948 à Podor, au Sénégal. Il est titulaire d'un doctorat en Physiologie végétale appliquée (1976) de l'Université Pierre et Marie Curie à Paris en France, et d'un doctorat en Sciences et technologies des aliments (1987) de l'Université Laval de Québec au Canada.

Ancien chercheur et Directeur général (1981–1986) de l'Institut de technologie alimentaire du Sénégal et Directeur exécutif (1997–2009) du Centre régional africain de technologie, le Dr Kane est Président de la Commission des relations avec les partenaires de l'Académie nationale des sciences et techniques du Sénégal.

Il a beaucoup travaillé sur les problématiques de l'innovation technologique et les liens entre la recherche et le développement socio-économique. Il a également effectué des prestations de services consultatifs à des pays africains comme la République centrafricaine, le Mali et le Sénégal sur l'élaboration de leurs politiques nationales de STI.

