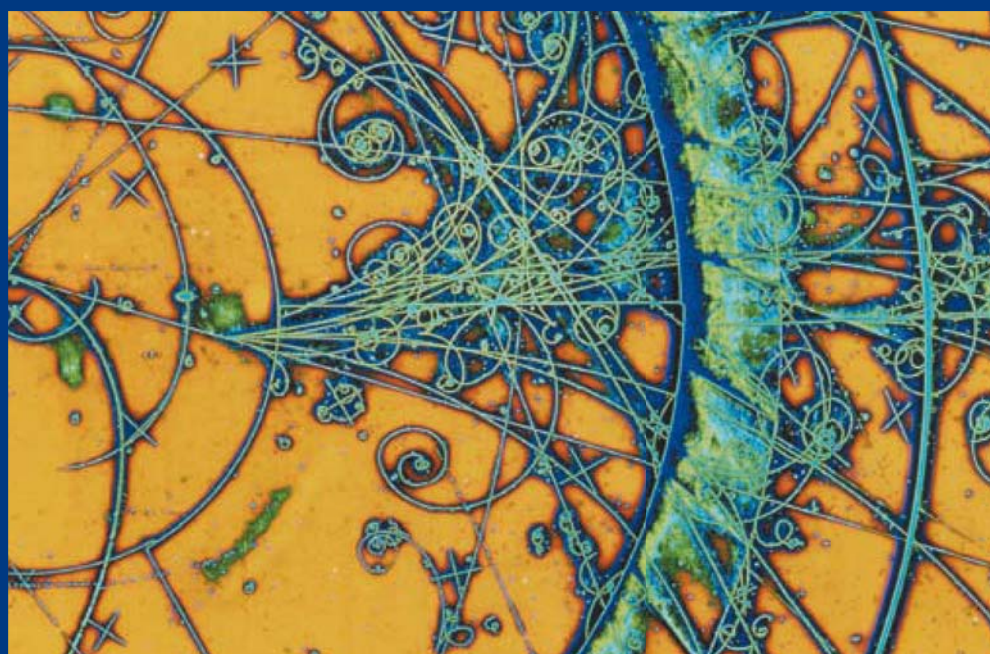


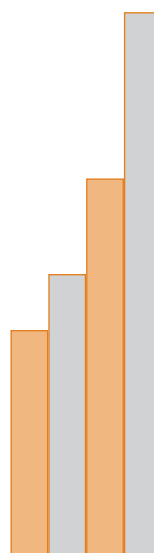


Organisation
des Nations Unies
pour l'éducation,
la science et la culture

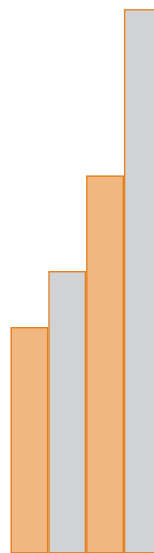
RAPPORT DE L'UNESCO SUR LA SCIENCE



RAPPORT DE L'UNESCO SUR LA SCIENCE



RAPPORT DE L'UNESCO SUR LA SCIENCE



Éditions UNESCO

Les appellations 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 opinions exprimées dans cet ouvrage sont celles des auteurs et ne reflètent pas nécessairement les vues de l'UNESCO.

Responsable de la publication : Moustapha El Tayeb
Rédactrice en chef : Susan Schneegans

Publié en 2006 par l'Organisation des Nations Unies pour
l'éducation, la science et la culture
7 place de Fontenoy, 75352 Paris 07 SP, France

ISBN 10 : 92-3-203967-2
ISBN 13 : 978-92-3-203967-5

www.unesco.org/publishing

© UNESCO 2006

Tous droits réservés

Composition : Gérard Prosper
Impression : Jouve, Mayenne

Imprimé en France

Table des matières

Avant-propos

Introduction

Peter Tindemans

TABLEAUX

1 Principaux indicateurs mondiaux du PIB, de la population et de la DIRD, en 2002	4
2 Chercheurs dans le monde en 2002	6
3 Brevets délivrés par l'USPTO, 1991 et 2001	8
4 Régions d'origine des dépôts de brevets auprès de l'OEB, de l'USPTO et du JPO, 1991 et 2001	8
5 Répartition mondiale des publications scientifiques, 1991 et 2001	9
6 Répartition mondiale des publications scientifiques, 1991 et 2001 (par domaine)	10
7 Échanges internationaux de produits de haute technologie, 2002	12

FIGURES

1 Parts dans la DIRD mondiale, 2002	5
2 Répartition mondiale des publications scientifiques, 2001 (part de certains pays)	9
3 Répartition mondiale des publications scientifiques, 2001 (par continent)	11
4 Importations et exportations mondiales de produits de haute technologie, 2002	16
5 Tendances de l'innovation dans l'Union européenne (UE 25), 2000-2003	21

Les États-Unis d'Amérique

J. Thomas Ratchford et William A. Blanpied

TABLEAUX

1 Les six principales institutions fédérales finançant la R&D aux États-Unis, 2003	30
2 Évolution des financements de R & D réalisés par le secteur industriel aux États-Unis, 1953-2001	31
3 Fonds consacrés aux activités de R&D industrielle aux États-Unis, par branche d'activité, 2000 et 2001	33

FIGURES

1 DIRD aux États-Unis, par source de financement, 1953-2000	28
2 DIRD aux États-Unis, par source de financement, 2002	28
3 Budget fédéral de la recherche aux États-Unis, par fonction, 2003	28
4 Aide apportée par l'État fédéral à la R&D aux États-Unis, par secteur d'activité, 1953-2000	29
5 Répartition des dépenses de recherche nationales de R&D aux États-Unis, par source de financement, 1953-2000	32

ix

1

6 Recherche fondamentale aux États-Unis : financement et secteurs d'activités, 2000	36
7 Nombre de grades de licence obtenus dans certains domaines des sciences et des sciences de l'ingénieur aux États-Unis, 1975-1998	37
8 Modèle d'investissement de la Fondation nationale pour la science (NSF), États-Unis	41
9 Balance commerciale des redevances et droits de licence aux États-Unis, 1987-1999	43

L'Amérique latine et les Caraïbes hispanophones

Ana María Cetto et Hebe Vessuri

TABLEAUX

1 Indicateurs contextuels pour l'Amérique latine et les Caraïbes, 2000	49
2 Indicateurs de la S&T pour l'Amérique latine et les Caraïbes, 2000	50
3 Part de l'Amérique latine dans la DIRD, le PIB et la population du monde, 2001	51
4 Publications mentionnées dans les bases de données, Amérique latine et Caraïbes, 2000	52
5 Collaboration internationale dans la région LAC et hors de la région, 1999-2002	55
6 Financement de la S&T par la BID en Amérique latine	75

FIGURES

1 Part de l'Amérique latine dans les publications scientifiques du monde, 2001	49
2 Répartition régionale des publications scientifiques par discipline, 2001	51
3 Part de l'Amérique latine dans les publications scientifiques paraissant dans le monde, 2001	52
4 Copublications impliquant des auteurs latino-américains, 2001	54
5 Collaboration internationale dans la région LAC et hors de la région, 1999-2002	55
6 Financement de S&T par la BID en Amérique latine	73

Les pays de la CARICOM

Ishenkumba A. Kahwa et Harold Ramkissoon

TABLEAUX

1 Indicateurs clés pour les pays de la CARICOM, 2001-2003	82
2 Effectifs universitaires dans les Caraïbes, 2000	83

FIGURES

1 Tendances enregistrées dans les publications de S&T de l'Université des Indes-Occidentales, 1967-1999	84
---	----

L'Union européenne

91

Laurence Esterle

TABLEAUX

1 Population, DIRD et PIB de l'Union européenne, 2001	91
2 Ratio DIRD/PIB de l'Union européenne, 2001, et évolution, 1996-2001	91
3 DIRD de l'Union européenne et des États-Unis d'Amérique, 1996 et 2001	94
4 DIRDE de l'Union européenne (UE 15) et des États-Unis d'Amérique, 2001	94
5 DIRDE de l'Union européenne et des États-Unis d'Amérique, 2001	95
6 Parts mondiales des publications scientifiques des 25 pays de l'Union européenne, 1996 et 2001	98
7 Parts mondiales des publications scientifiques des 25 pays de l'Union européenne, 2001 (par discipline)	99
8 Parts mondiales de brevets européens des 25 pays de l'Union européenne, 1996 et 2001	100
9 Étudiants et chercheurs dans les 25 pays de l'Union européenne, 2001	101

FIGURES

1 Publications scientifiques de l'Union européenne et des États-Unis d'Amérique, 1993-2001	92
2 Publications scientifiques et citations de l'Union européenne et des États-Unis d'Amérique, 1996 et 2001	93
3 Brevets européens et américains déposés par l'Union européenne et les États-Unis d'Amérique, 1996 et 2001	96
4 Parts mondiales de brevets européens de l'Union européenne et des États-Unis d'Amérique, 2001-2001	97
5 Ratio de la DIRD sur le PIB des pays de l'Union européenne à 25, 2001, et évolution, 1996-2001	97

L'Europe du Sud-Est

109

Georgi Angelov, Kostadinka Simeonova et Ivo Slaus

TABLEAUX

1 Indicateurs économiques pour l'Europe du Sud-Est, 2002-2003	110
2 Indicateurs sociaux pour l'Europe du Sud-Est	111
3 Effort de R&D en Europe du Sud-Est, 2000	113
4 Structure par âge des chercheurs de Croatie, 1991 et 2001	114
5 Institutions, personnel et projets de R&D en Serbie-et-Monténégro, 2001	116
6 Nombre de chercheurs en Serbie, 2001	116

7 Contribution de quelques pays d'Europe centrale et orientale à la production de littérature scientifique, 1999	117
8 Nombre de publications biomédicales pour 10 000 habitants dans les pays de l'Europe du Sud-Est, 1990 et 2000	117
9 Nombre d'articles publiés par les pays d'Europe du Sud-Est, 1991-2004	118
10 Impact de la recherche scientifique dans l'Europe du Sud-Est, 1997-2001	118
11 Échanges de produits de haute technologie de la Bulgarie, 2000	124
12 Programmes de R&D en Albanie, 1998-2001	131
13 Diplômés de l'enseignement supérieur et titulaires d'un doctorat en Turquie, 2001	137
14 Échanges de produits de haute technologie de la Turquie, 2001	138

FIGURES

1 Femmes diplômées en sciences et en ingénierie en Europe du Sud-Est, 2001	112
2 Chercheurs en ex-République yougoslave de Macédoine, 1998 et 2002	115
3 Brevets délivrés en Europe du Sud-Est, 2004	119
4 Structure institutionnelle pour la formulation de la politique S&T en Bulgarie	120
5 Contribution des pouvoirs publics à la DIRD en Bulgarie, 1990-2002	121
6 Chercheurs (ETP) en Bulgarie, 1994-2002	122
7 Pyramide des âges des chercheurs bulgares, 1995 et 2000	123
8 Structure institutionnelle pour la formulation de la politique de S&T en Roumanie	125
9 DIRD en Europe du Sud-Est par source de fonds, 2001	126
10 DIRD en Roumanie par secteur d'activité, 1996 et 2002	127
11 Structure du personnel de R&D en Roumanie, 2002	128
12 Part des femmes dans la R&D en Roumanie, 1996 et 2001	128
13 Structure institutionnelle pour la formulation de la politique de S&T en Albanie	129
14 Effectifs inscrits dans les universités en Albanie, 1994-2001	131
15 Structure institutionnelle pour la formulation de la politique de S&T en Turquie	134
16 Institutions de R&D en Turquie	135
17 Dépenses de R&D de l'État en Turquie, 2000	136
18 Dépenses de R&D de l'enseignement supérieur en Turquie, 2000	136
19 R&D en Turquie, par secteur d'activité, 2000	136
20 Chercheurs et personnel de R&D en Turquie, 2000	137
21 Publications des scientifiques turcs, 1977-2002	138
22 Demandes de brevets déposées par la Turquie auprès de l'OEB, 2001	138

La Fédération de Russie

147

Victor Sadovnichy

Boris Kozlov

TABLEAUX

1 Contribution des différents secteurs au PIB de la Fédération de Russie, 1998	157
2 Personnel du secteur de la science et de la gestion scientifique de la Fédération de Russie, 1990, 1995 et 2001	160
3 Tendances de l'enseignement supérieur dans la Fédération de Russie, 1995 et 2001	160
4 Effectifs des disciplines techniques et technologiques dans la Fédération de Russie, 1990-2001	161
5 Formation du personnel S&T très qualifié, 1995-2003	161
6 Brevets et licences dans la Fédération de Russie, 1995-2001	162
7 Demandes et délivrances de brevets dans la Fédération de Russie, 1993-2003	163

FIGURES

1 Capacités de S&T de la Fédération de Russie, 1991-2001	151
2 DIRD dans la Fédération de Russie, 1990-2003	151
3 Personnel de R&D dans la Fédération de Russie, 1990-2003	155
4 Organismes de R&D dans la Fédération de Russie, 1998	156
5 PIB par habitant (population active) de la Fédération de Russie, 1990 et 1998	157
6 PIB de la Fédération de Russie, 1997-2003	158
7 DIRD dans les pays du G8, 2001	159
8 Âge moyen des employés des secteurs scientifique et industriel dans la Fédération de Russie, 1998 et 2000	159
9 Personnel du secteur de la science et de la gestion scientifique de la Fédération de Russie, 2000	159
10 Classement mondial de la Fédération de Russie en ce qui concerne le développement économique et l'innovation, 2002	164

Les États arabes

169

Adnan Badran

TABLEAUX

1 PIB par habitant dans la région arabe, 1995 et 2002	169
2 Brevets déposés à l'USPTO ayant pour origine des États arabes, 1995-1999	172
3 Dépenses militaires dans certains États arabes, 2001	173
4 La fracture numérique dans certains États arabes, 2002	176

5 Répartition des chercheurs ETP dans les États arabes membres de la CESAO, 1996-1998	178
6 Unités de R&D dans la région arabe, 1996	180
7 Dépenses moyennes d'éducation dans la région arabe, 1996-2001	181
8 Étudiants inscrits dans l'enseignement supérieur dans la région arabe, 2000	181

FIGURES

1 Part de la région arabe dans la DIRD mondiale, 2000	172
2 Ratio DIRD/PIB dans la région arabe et dans le monde, 2000	174
3 DIRD par habitant dans la région arabe, 2000	174
4 Ordinateurs personnels pour 1 000 habitants dans la région arabe, 2001	175
5 Pénétration de l'Internet dans la région arabe, 2003	175
6 Montant des contrats prévoyant un transfert de TIC dans certains États et territoires arabes, 1992-1998	176
7 Montant total des contrats de conseil dans certains États arabes, 1992-1998	176
8 Chercheurs par million d'habitants dans la région arabe, 2000	177
9 DIRD par chercheur dans la région arabe, 2000	177
10 DIRD par chercheur ETP dans certains États arabes, 1996	178
11 Répartition des chercheurs dans la région arabe, 1996	179
12 Nombre d'unités de R&D dans certains pays de la région arabe, 1999	180

L'Afrique

189

Jacques Gaillard, Mohammed Hassan et Roland Waast,
en collaboration avec Daniel Schafer

TABLEAUX

1 Résultats de l'enquête de l'IRD sur les chercheurs en Afrique, 1999	194
2 Articles scientifiques publiés en Afrique, 1998	195
3 Production scientifique en Afrique, 1991-1997	196
4 Indicateurs clés de l'éducation en Afrique, 1990 et 2000	200
5 Brevets déposés et délivrés dans les pays d'Afrique, 1999	202

FIGURES

1 Adéquation des salaires des scientifiques en Afrique, 1999	192
--	-----

2 Sources de financement de la recherche en Afrique, 1999	192		
3 DIRD en Afrique, 2002 (ou année la plus proche)	199		
4 Nombre d'internautes en Afrique subsaharienne pour 1 000 habitants, 2002	206		
Le Japon	215		
Yoshiko Obuko et Shinichi Kobayashi			
TABLEAUX			
1 Répartition de la R&D au Japon et dans quatre pays, 1999-2001	228		
2 Nombre de chercheurs par rapport à la population totale et à la population active au Japon et dans quatre pays, 1998-2002	230		
FIGURES			
1 Effectif de chercheurs et dépenses de R&D dans les PME japonaises, tendances observées en 1990-1991 et en 2002-2003	224		
2 Dépenses de R&D au Japon et dans quatre pays, 1981-2002	227		
3 Nombre de chercheurs au Japon, 1981-2002	229		
4 Pourcentage de chercheuses par secteur au Japon, 1989 et 2003	229		
5 Évolution du volume des publications scientifiques au Japon et dans différents pays, 1981-2002	230		
6 Profil de la science et de l'ingénierie au Japon, 1982-2002	231		
7 Profils scientifiques du Japon et de divers pays, 2002	232		
8 Tendance en matière de citations pour le Japon et certains pays, 1981-2002	232		
9 Brevets délivrés par les États-Unis d'Amérique en fonction de la nationalité de l'inventeur, 1980-2002	233		
L'Asie de l'Est et du Sud-Est	239		
Yu Wing-Yin			
FIGURES			
1 Ratio DIRD/PIB en Asie de l'Est et du Sud -Est, 2001	239		
2 Ordinateurs utilisés en Asie de l'Est et du Sud-Est, 2002	240		
3 Usagers de l'Internet en Asie de l'Est et du Sud-Est, 2002	240		
4 Productivité en matière de brevets en Asie de l'Est et du Sud-Est, 2000	241		
5 Exportations de technologies de pointe en Asie de l'Est et du Sud-Est, 2001	242		
6 Production de l'enseignement supérieur en Asie de l'Est et du Sud-Est, 2001	243		
7 Enseignement des sciences de l'ingénierie en Asie de l'Est et du Sud-Est, 1999	243		
L'Asie du Sud		257	
V.V. Krishna et Usha Krishna			
TABLEAUX			
1 Tendances de l'activité économique en Asie du Sud, 1980-2002		259	
2 Scientifiques et ingénieurs en Asie du Sud, 2000-2004		260	
3 Les 20 premières universités de S&T en Asie, 2000		267	
4 Centres d'excellence au Pakistan, 2004		269	
5 DIRD au Pakistan par domaine, 1998 et 2001		270	
6 Effectif des étudiants de troisième cycle à Sri Lanka, 1999-2003		272	
7 Principales institutions publiques de R&D à Sri Lanka, 2004		273	
8 Principales institutions publiques de R&D au Bangladesh, 2003		274	
9 Publications iraniennes citées dans le SCI, 1978-2000		276	
FIGURES			
1 DIRD, dépenses militaires et dépenses d'éducation en Asie du Sud, 2000-2004		258	
2 Ressources humaines de la S&T en Inde, 1991 et 2000		261	
3 Institutions de recherche et universités en Inde, 1990 et 2002		262	
4 Production scientifique indienne en termes de publications, 1990-2004		262	
5 Industrie et marché des TI en Inde, 1997-2003		264	
6 Universités et instituts délivrant des diplômes au Pakistan, 2004		271	
7 Ressources humaines de la S&T au Pakistan, 2004		271	
8 Copublications internationales auxquelles ont participé des auteurs sri-lankais, 2000		272	
9 Publications scientifiques en République islamique d'Iran, 1995-1999		276	
10 Proportion des femmes dans l'enseignement supérieur et les instituts de R&D en Asie du Sud, fin des années 90		283	

Avant-propos

Le *Rapport de l'UNESCO sur la science* nous fait faire le tour du monde. À travers les yeux d'une équipe internationale de spécialistes, il fait le point de l'état actuel de la science dans le monde entier. Quelles sont les nouvelles tendances apparues depuis le rapport précédent, publié en 1998? Quels événements ont contribué à transformer l'entreprise scientifique? Quels ont été, par exemple, les effets sur la science du Pacte de stabilité pour l'Europe du Sud-Est adopté en 1999, du Nouveau partenariat pour le développement de l'Afrique (NEPAD) lancé par l'Union africaine en 2001 et de l'élargissement de l'Union européenne de 15 à 25 membres en 2004? En quoi les profils scientifiques des différents pays et régions se distinguent-ils? Comment les relations entre les gouvernements, le secteur privé et les « institutions du savoir » (universités et organismes de recherche) évoluent-elles et quelles sont les conséquences de cette évolution pour le progrès scientifique?

La Conférence mondiale sur la science organisée en 1999 par l'UNESCO et le Conseil international pour la science (CIUS), appartient au passé mais son héritage demeure sous la forme d'un grand nombre de recommandations. Comment ces recommandations se traduisent-elles dans les politiques scientifiques nationales? Par exemple, les décisions des gouvernements en matière de politique scientifique tiennent-elles compte du fait que les résultats de la recherche fondamentale et les applications qui en découlent sont le poumon du système de recherche tout entier, et que la recherche fondamentale a donc besoin du soutien constant de l'État?

Dans son introduction, Peter Tindemans expose dans leurs grandes lignes les principaux thèmes étudiés dans le présent rapport. Il note que le souci d'édifier des sociétés du savoir est devenu un objectif primordial des gouvernements dans le monde entier. Les ressources humaines sont naturellement un élément clé de cet effort. En même temps, les gouvernements, l'industrie et les autres acteurs de l'entreprise scientifique en viennent à comprendre que « le développement des ressources humaines peut s'accompagner de problèmes de grande ampleur » dont le moindre n'est pas le phénomène de l'exode des cerveaux, interne ou externe. L'un des remparts les plus efficaces contre l'exode des cerveaux est un système universitaire solide, mais quels sont les pays qui peuvent aujourd'hui s'enorgueillir d'en posséder un?

Si la « société du savoir » est un concept clé du présent rapport, « l'innovation » en est un autre. Nous verrons que si le secteur privé

en est venu à dominer le financement de la recherche-développement (R & D) dans de nombreux pays, on attend encore plus de lui. Tindemans nous apprend cependant que ce ne sont pas les entreprises qui financeront le gros de la recherche fondamentale dans les institutions universitaires au cours des années à venir même si les universités jouent un rôle de plus en plus important dans l'innovation. Le présent rapport nous dira pourquoi.

Nous verrons aussi que l'Asie prend rapidement de l'importance sur la scène internationale, entraînée surtout par le dynamisme de la Chine. Cette tendance remet en question la domination de la triade Japon, États-Unis d'Amérique et Union européenne. Ainsi, la part de l'Asie dans les dépenses mondiales de R & D dépasse désormais celle de l'Europe. Mais avec des centaines de millions d'enfants vivant encore dans la pauvreté en Asie, les bienfaits de la R & D n'atteignent pas encore de vastes secteurs de la population qui manquent de l'« essentiel » que sont, par exemple, une bonne nutrition, l'accès à l'eau potable, des services d'assainissement et un logement. N'oublions pas que l'une des principales recommandations de la Conférence mondiale sur la science était de veiller à ce que la R & D soit orientée vers la satisfaction des besoins sociaux et la solution des problèmes liés au développement.

Ailleurs dans le monde, des pays moins connus pour leur contribution à la science, comme la Turquie, font leur apparition sur la scène internationale. La science n'est peut-être pas encore une l'affaire de tous les pays mais les rangs de ceux qui veulent en être parties prenantes grossissent indéniablement. La coopération internationale, outre qu'elle aide les pays à « se mettre à niveau », devient un outil indispensable à la pratique même de la science. Nous vivons une époque passionnante.

J'ai la conviction que l'information, les données et les analyses éclairées contenues dans les pages qui suivent s'avèreront des plus précieuses pour les décideurs du public et du privé, les scientifiques, les étudiants, les journalistes et tous ceux qu'intéresse l'histoire en mouvement de la science. Si ces pages suscitent la réflexion et le débat, le *Rapport de l'UNESCO sur la science* aura rempli son objectif.



Koïchiro Matsuura

Directeur général de l'UNESCO

Introduction

Produire le savoir et en tirer profit : les nouvelles règles du jeu

PETER TINDEMANS

PLANTER LE DÉCOR

La métaphore la plus fréquemment utilisée dans le *Rapport de l'UNESCO sur la science* est indéniablement celle d'une économie du savoir ou, plus exactement, d'une *société du savoir*. Mais est-ce plus qu'une métaphore ? Sans aucun doute. La présente introduction mettra en lumière quelques éléments importants de cette nouvelle façon de voir la science et la technologie (S & T).

La plupart des chapitres du présent rapport ne se contentent pas de mettre à jour l'information sur ce qui a été fait récemment dans les différentes régions pour développer la recherche-développement (R & D). Ils livrent aussi un aperçu des politiques de S & T sur une plus longue période, à la lumière de ce qui apparaît être aujourd'hui le premier souci des gouvernements, des entreprises, des organismes de recherche et des universités : comment construire une société du savoir.

Si nous partons du principe que la notion de sociétés du savoir a véritablement de la substance, les gouvernements, l'industrie et les autres acteurs ont encore plus de raisons de prendre très au sérieux leur rôle dans ce mouvement mondial. Cette conclusion est-elle corroborée par les rapports régionaux qui suivent le présent chapitre ? On peut répondre que beaucoup de ces acteurs font des efforts, que certains commencent à en récolter les premiers fruits et que tous en viennent à comprendre que le développement des ressources humaines peut s'accompagner de problèmes de grande ampleur. Cette tendance sera aussi analysée dans les pages qui suivent.

Un autre terme est sur toutes les lèvres, à telle enseigne qu'il se substitue parfois à ceux de science et de technologie, je veux parler du mot « innovation », introduit par Schumpeter¹ dans le vocabulaire des économistes. Politiciens, industriels, responsables des universités, tous ne jurent que par lui depuis une dizaine d'années. Bien des politiques de science et de technologie sont remodelées en politiques d'innovation. De plus, la prédominance du secteur privé dans les pays qui ont réussi à développer une science et une technologie et à en tirer des applications semble indiquer que le rôle des gouvernements, des universités et des instituts de recherche

doit être repensé. Nous allons donc réfléchir dans ce chapitre d'introduction au rôle du secteur privé et à divers corollaires, tels que la nécessité d'une forte interaction avec les institutions du savoir et les autorités publiques (la « triple hélice »), mais aussi la reformulation des règles du jeu, comme dans le domaine des brevets. Il sera sans doute plus difficile d'appliquer des politiques industrielles classiques conçues sur une base sectorielle. Les profils scientifiques des États-Unis d'Amérique, de l'Europe et du Japon peuvent être interprétés à la fois comme un témoignage du passé et un regard sur l'avenir.

Les divers chapitres du *Rapport de l'UNESCO sur la science* montrent que le cadre institutionnel de la S & T traverse une période d'adaptation importante, quatrième thème de cette introduction, centré sur le secteur universitaire. Aussi vénérables soient-elles, les universités de la plupart des pays vont devoir se repositionner pour répondre aux attentes de la société, de l'industrie et de leurs propres étudiants. Autonomie et responsabilité, tels seront les principes qui présideront à la reformulation de leur rôle. Il y a là une tâche essentielle pour les gouvernements, en particulier parce qu'un système universitaire solide, enraciné dans la société et qui est à même de s'ouvrir à l'esprit d'entreprise, à la libre interaction et à la communication, est le meilleur moyen de lutter contre l'un des problèmes les plus graves de la mondialisation : l'exode des cerveaux.

Il va de soi que bien d'autres thèmes sont abordés dans les chapitres qui suivent. Faute de place, il n'a pas été possible de traiter de sujets tels que la révolution des sciences de la vie ou la durabilité, ou encore de ce qui est peut-être le plus grand défi de tous : sociétés et individus seront-ils en mesure de trouver des réponses adéquates aux nombreuses et graves questions éthiques soulevées par la science et la technologie dans un monde qui se rétrécit sous l'effet de la mondialisation — phénomène qui, du même coup, fait apparaître au grand jour des traditions, des points de vue et des priorités extrêmement différents.

EN QUOI UNE SOCIÉTÉ DU SAVOIR SE DISTINGUE-T-ELLE DES SOCIÉTÉS ANTÉRIEURES ?

Il est maintenant courant d'affirmer que le savoir, l'éducation, la science, la technologie et l'innovation sont devenus les prin-

1. Économiste autrichien (1883-1950).

cipaux moteurs du progrès, dont le but le plus cher est l'avènement de la société du savoir. Devenue une véritable rengaine, la notion de société du savoir a pourtant un sens bien réel et concret qu'il n'est donc pas inutile de clarifier.

Empruntant le vocabulaire des économistes, nous pourrions dire que les sociétés produisent des biens, des services et une qualité de vie — cette dernière représentant en fait une catégorie particulière de services. Ces services permettent de bénéficier d'acquis aussi précieux qu'un environnement durable, de bons soins de santé et différentes formes d'expression culturelle. La politique publique est à la base des services produits par l'État. La production de ces biens et services exige des terres, des biens d'équipement, un capital humain, des ressources en information et en savoir, ainsi que des institutions, soit autant de « facteurs de production ».

Si nous comparons maintenant sociétés traditionnelles et sociétés modernes, il apparaît clairement que le savoir est omniprésent tant dans les facteurs de production susmentionnés que dans les produits et services qui en résultent, et que ce savoir ne découle pas seulement de l'expérience accumulée mais revêt aussi la forme de connaissances basées sur la science. Prenons l'exemple d'un produit ou d'un service quel qu'il soit et de la manière dont il est produit, et la différence nous paraîtra évidente. Un produit pharmaceutique moderne intègre beaucoup de connaissances de pointe dans le domaine pharmaceutique — et souvent aussi biotechnologique ou génétique — et il est fabriqué à l'aide de matériel sophistiqué. Comparons-le avec les plantes médicinales dont l'utilisation n'exigeait qu'un savoir pratique. Pour nourrir une personne en 1900, il fallait un demi-hectare de terre et plus d'un an de labeur ; aujourd'hui, la même superficie permet de nourrir 10 personnes avec une journée et demie de travail seulement. La différence tient au savoir scientifique, qui a permis de mettre au point des engrais, du matériel, des semences et des variétés de culture plus performants (les multiples variétés nouvelles de riz bangladaise mentionnées dans le chapitre de ce rapport consacré à l'Asie du Sud illustrent parfaitement ce propos), de meilleurs systèmes de rotation des cultures, etc. Les aliments qui en résultent ont souvent une valeur nutritionnelle plus élevée et sont bons pour la santé.

Les voitures que nous conduisons ne peuvent être produites à un prix raisonnable sans matériel perfectionné ;

elles sont elles-mêmes l'incarnation d'une somme de connaissances scientifiques et techniques. Les voitures d'aujourd'hui intègrent aussi un capital information sous la forme de systèmes de navigation GPS. « Produire » un environnement durable ne peut se faire sans modèles de simulation écologique sophistiqués. On pourrait aussi citer comme exemples les communications, les transports ou l'infrastructure énergétique modernes. Pour inventer, concevoir, produire — et souvent aussi utiliser — ces biens et services, il faut des individus dotés d'une éducation et de qualifications d'un niveau élevé.

Il va sans dire que la plupart des institutions de la société se transforment aussi. L'entreprise a pris un nouveau visage ; les institutions financières ont évolué pour faire face à des mouvements de capitaux mondiaux que la technologie rend instantanés. Les établissements d'enseignement doivent s'adapter à l'apprentissage tout au long de la vie.

En fait, les sociétés du savoir ont une dimension encore plus profonde. L'aspect communautaire de la vie en société, la compréhension mutuelle entre différents groupes ethniques, religieux ou autres, le discours public, le dialogue entre les gouvernements, les organisations non gouvernementales (ONG), l'industrie et la population en général, toutes ces interactions visent de plus en plus à compléter, et souvent même à remplacer, des croyances traditionnelles et des points de vue ou des idées fausses hérités du passé par un discours plus rationnel qui s'appuie sur le savoir.

Il est bien sûr impossible de fixer le seuil au-dessus duquel une société peut être qualifiée de société du savoir. A. N. Whitehead a sans doute été le premier à introduire cette notion dans *Science and the Modern World*, lorsqu'il a dit que la méthode de l'invention était la plus grande invention du XIX^e siècle. Cela dit, les effets omniprésents de la science sont aujourd'hui souvent quantifiables. Aussi progressif que puisse être le processus, il est maintenant si avancé dans de nombreuses régions du monde que nous n'avons d'autre choix, puisque nous vivons dans la mondialisation et nourrissons les ambitions correspondantes, que de mettre au point et utiliser des facteurs de production « imprégnés de savoir ». L'éducation (et, plus généralement, l'apprentissage des individus et des organisations), la recherche et l'innovation sont des mots clés pour ce processus d'« imprégnation ».

SEULS QUELQUES NOUVEAUX VENUS PRODUISENT DU SAVOIR SCIENTIFIQUE ET EN BÉNÉFICIENT

Contribution à la production de R & D

En 2002, le monde a consacré 1,7 % du produit intérieur brut (PIB) à la R & D, soit, en termes monétaires, 830 milliards de dollars², d'après les estimations de l'Institut de statistique de l'UNESCO (décembre 2004). Ces chiffres mondiaux masquent naturellement des disparités énormes qui traduisent une fracture profonde à plusieurs égards : développement, prospérité, santé, place dans l'économie mondiale et aussi dans les affaires du monde en général. Ces disparités sont donc très préoccupantes.

La question qui se pose est de savoir si l'évolution actuelle annonce la naissance d'un meilleur équilibre, ou bien si les États-Unis d'Amérique, l'Europe et le Japon continuent à dominer la production de savoir et à profiter de façon presque exclusive des biens et services qui en sont issus, autrement dit de la richesse.

Pour répondre à cette question, il faut recourir à une poignée d'indicateurs. Certes, on peut débattre à l'infini de la validité de tel ou tel indicateur, mais une chose est sûre : quand les écarts entre les chiffres des régions ou des pays sont importants, c'est qu'ils traduisent une réalité sous-jacente.

Le tableau 1 présente pour 2002 les indicateurs clés mondiaux du PIB, de la population, de la dépense intérieure brute de R & D (DIRD) et du personnel de recherche. La part de l'Amérique du Nord et de l'Europe³ dans la DIRD mondiale est en légère diminution. L'Amérique du Nord a été à l'origine de 38,2 % de la DIRD mondiale en 1997, mais de 37 % seulement en 2002. Les chiffres correspondants pour l'Europe s'établissent à 28,8 % en 1997, contre 27,3 % en 2002.

C'est en Asie que l'évolution est la plus spectaculaire, avec une contribution à la DIRD mondiale passée de 27,9 % en 1997 à 31,5 % en 2002. Quant aux autres régions, à savoir l'Amérique latine et les Caraïbes, l'Océanie et l'Afrique, elles ne représentent chacune qu'une fraction du total, avec respectivement 2,6 % (en baisse par rapport aux 3,1 % de 1997), 1,1 % (stable) et 0,6 % (stable).

2. Dans le présent chapitre, tous les chiffres en dollars s'entendent en dollars à parité de pouvoir d'achat.

3. L'Europe inclut ici, notamment, la Russie, l'Ukraine et le Bélarus.

Naturellement, l'Océanie ne doit pas s'inquiéter de son faible pourcentage, car, avec une population de seulement 32 millions d'habitants (contre 832 millions pour l'Afrique et 505 millions pour l'Amérique latine), elle peut s'enorgueillir d'une DIRD par habitant et en pourcentage du PIB mondial qui soutient aisément la comparaison avec les pays de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE).

Toutefois, pour déceler où une dynamique intéressante est à l'œuvre et où il y a de bonnes raisons de s'inquiéter, il faut se pencher sur des portions plus restreintes de chacun de ces continents.

En Amérique du Nord, on observe des disparités qui préoccupent naturellement les autorités locales et celles des États. Toutes rivalisent pour attirer des investissements publics ou privés vers la R & D, mais comme on se trouve dans une économie complètement intégrée et dotée d'une main-d'œuvre à forte mobilité et de ressources naturelles très variées favorisant l'éclosion de sous-économies plus spécialisées, l'inégalité du niveau de vie des citoyens des différents États est bien moindre que celle qui est observée dans la DIRD régionale. La R & D se concentre dans un très petit nombre d'États : ainsi, aux États-Unis d'Amérique, 6 États seulement réalisent 60 % de la R & D totale, et la Californie à elle seule en représente 20 % (voir le chapitre sur les États-Unis d'Amérique).

Avec ses 25 membres depuis l'adhésion de 10 nouveaux pays d'Europe centrale, orientale et méridionale en mai 2004, l'Union européenne (UE) représente désormais 90 % de la DIRD européenne. Deux autres pays, la Bulgarie et la Roumanie, devraient adhérer en 2007. Avec la poursuite de l'intégration, l'UE devrait évoquer des images similaires, bien que moins prononcées, d'une économie intégrée avec des concentrations régionales très diverses de facteurs de production, y compris des facteurs de production de savoir. Le « rattrapage » que les 10 nouveaux pays membres vont à coup sûr opérer en attirant plus d'investissements dans la R & D et en favorisant l'élévation des revenus est un processus naturel qui ne traduit pas une simple tendance à la déconcentration. Plus préoccupant d'un point de vue économique est le fait qu'un des thèmes sous-jacents du débat actuel sur l'orientation future de l'UE est celui de la capacité de l'Union d'accepter les différences régionales, ce qui peut être sage économiquement,

Tableau 1
 PRINCIPAUX INDICATEURS MONDIAUX DU PIB, DE LA POPULATION ET DE LA DIRD, 2002

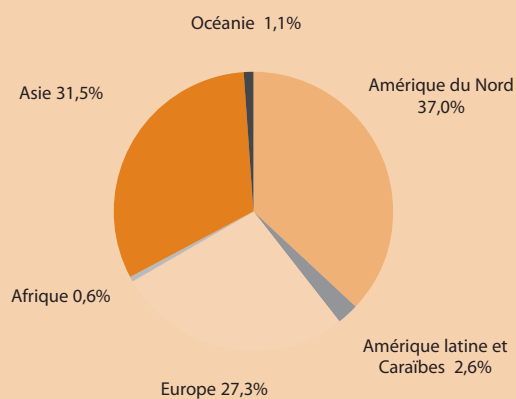
	PIB (en milliards de dollars)	% du PIB mondial	Population (en millions d'habitants)	% de la population mondiale	DIRD (en milliards de dollars)	% de la DIRD mondiale	DIRD en % du PIB	DIRD par habitant
Monde	47 599,4	100,0	6 176,2	100,0	829,9	100,0	1,7	134,4
Pays développés	28 256,5	59,4	1 195,1	19,3	645,8	77,8	2,3	540,4
Pays en développement	18 606,5	39,1	4 294,2	69,5	183,6	22,1	1,0	42,8
Pays les moins avancés	736,4	1,5	686,9	11,1	0,5	0,1	0,1	0,7
Amériques	14 949,2	31,4	849,7	13,8	328,8	39,6	2,2	387,0
Amérique du Nord	11 321,6	23,8	319,8	5,2	307,2	37,0	2,7	960,5
Amérique latine et Caraïbes	3 627,5	7,6	530,0	8,6	21,7	2,6	0,6	40,9
Europe	13 285,8	27,9	795,0	12,9	226,2	27,3	1,7	284,6
Union européenne	10 706,4	22,5	453,7	7,3	195,9	23,6	1,8	431,8
Communauté des États indépendants (Europe)	1 460,0	3,1	207,0	3,4	17,9	2,2	1,2	86,6
Europe centrale et orientale et autres pays européens	1 119,4	2,4	134,4	2,2	12,4	1,5	1,1	92,6
Afrique	1 760,0	3,7	832,2	13,4	4,6	0,6	0,3	5,6
Pays au sud du Sahara	1 096,9	2,3	644,0	10,4	3,5	0,4	0,3	5,5
États arabes d'Afrique	663,1	1,4	188,2	3,0	1,2	0,1	0,2	6,5
Asie	16 964,9	35,6	3 667,5	59,4	261,5	31,5	1,5	71,3
Communauté des États indépendants (Asie)	207,9	0,4	72,6	1,2	0,7	0,1	0,4	10,3
Nouvelles économies industrielles d'Asie	2 305,5	4,8	374,6	6,1	53,5	6,4	2,3	142,8
États arabes d'Asie	556,0	1,2	103,9	1,7	0,6	0,1	0,1	6,2
Autres pays d'Asie	1 720,0	3,6	653,7	10,6	1,4	0,2	0,1	2,1
Océanie	639,5	1,3	31,8	0,5	8,7	1,1	1,4	274,2
Autres groupements								
États arabes, ensemble	1 219,1	2,6	292,0	4,7	1,9	0,2	0,2	6,4
Communauté des États indépendants, ensemble	1 667,9	3,5	279,6	4,5	18,7	2,2	1,1	66,8
OCDE	28 540,0	60,0	1 144,1	18,5	655,1	78,9	2,3	572,6
Pays (sélection)								
Argentine	386,6	0,8	36,5	0,6	1,6	0,2	0,4	44,0
Brésil*	1 300,3	2,7	174,5	2,8	13,1	1,6	1,0	75,0
Chine	5 791,7	12,2	1 280,4	20,7	72,0	8,7	1,2	56,2
Égypte*	252,9	0,5	66,4	1,1	0,4	0,1	0,2	6,6
France	1 608,8	3,4	59,5	1,0	35,2	4,2	2,2	591,5
Allemagne	2 226,1	4,7	82,5	1,3	56,0	6,7	2,5	678,3
Inde*	2 777,8	5,8	1 048,6	17,0	20,8	2,5	0,7	19,8
Israël	124,8	0,3	6,6	0,1	6,1	0,7	4,9	922,4
Japon	3 481,3	7,3	127,2	2,1	106,4	12,8	3,1	836,6
Mexique	887,1	1,9	100,8	1,6	3,5	0,4	0,4	34,7
Fédération de Russie	1 164,7	2,4	144,1	2,3	14,7	1,8	1,3	102,3
Afrique du Sud	444,8	0,9	45,3	0,7	3,1	0,4	0,7	68,7
Royaume-Uni	1 574,5	3,3	59,2	1,0	29,0	3,5	1,8	490,4
États-Unis d'Amérique	10 414,3	21,9	288,4	4,7	290,1	35,0	2,8	1 005,9

* Les chiffres de la DIRD du Brésil, de l'Inde et de l'Égypte concernent l'année 2000.

Note : pour l'Asie, dans tous les tableaux du présent chapitre, les totaux sous-régionaux n'incluent pas la Chine, l'Inde et le Japon.

Source : estimations de l'Institut de statistique de l'UNESCO, décembre 2004.

Figure 1
PARTS DANS LA DIRD MONDIALE, 2002
Par région



Source : estimations de l'Institut de statistique de l'UNESCO, décembre 2004.

mais politiquement difficile à admettre. Le fait que le budget de R & D de l'Union européenne ne représente que 5 % des dépenses publiques de R & D des États membres montre aussi qu'on est encore loin d'un marché de la R & D véritablement européen.

En ce qui concerne l'Asie, il est maintenant tout à fait clair que ce qu'on appelle les nouvelles économies industrielles d'Asie ainsi que la Chine et, dans une moindre mesure, l'Inde interviennent désormais largement dans la DIRD mondiale et dans le « stock » de connaissances. La contribution de la Chine à la DIRD mondiale est passée de 3,9 % en 1997 à 8,7 % en 2002. Cette progression est à comparer à celle des nouvelles économies industrielles d'Asie passées de 3,9 % en 1997 à 6,4 %, même si ce pourcentage est resté stable entre 1997 et 2000. La part de l'Inde dans la DIRD mondiale est passée de 2 % en 1997 à 2,5 % en 2000. La complexité du contexte politique et le lent élargissement de la base technologique — désormais solidement arrimée aux technologies de l'information et de la communication (TIC), à l'espace, aux produits pharmaceutiques et à la biotechnologie — tirent doucement l'Inde vers le haut, avec cet avantage qu'il

est peut-être plus facile de progresser régulièrement sur une pente douce que sur un sentier escarpé.

En ce qui concerne le nombre de chercheurs, le tableau est assez similaire à celui des investissements financiers dans la R & D. Sans que cela soit une surprise, il est révélateur de la nouvelle ère dans laquelle nous vivons qu'en 2002 il y avait plus de chercheurs en Chine qu'au Japon et dans l'ensemble des nouvelles économies industrielles d'Asie qu'en Allemagne.

Les économies d'Asie, qui ont le vent en poupe, ont en commun leur vigoureux attachement à la science et à la technologie : la République de Corée, Singapour et Taiwan de Chine consacrent plus de 2 % de leur PIB à la R & D. Quant à la Chine, elle est bien près d'atteindre son objectif d'un ratio DIRD/PIB de 1,5 % en 2005. Parallèlement, l'Inde s'est fixé comme objectif de franchir le seuil des 2 % dans les années à venir. Le monde assistera sans nul doute à d'autres bouleversements dans le paysage scientifique et technologique pendant la prochaine décennie.

Cette vue cavalière de la dynamique de la production scientifique et technologique nous amène à considérer séparément la Communauté des États indépendants (CEI) formée des pays d'Europe et d'Asie de l'ex-Union des républiques socialistes soviétiques (URSS). Sous le régime soviétique, la plupart de ces États aujourd'hui indépendants avaient construit des systèmes de R & D forts bien que déséquilibrés du point de vue économique.

Depuis la désintégration de l'URSS, il y a plus d'une dizaine d'années, les systèmes de R & D de tous ces États ne sont plus que l'ombre d'eux-mêmes, bien qu'ils se distinguent toujours par leur taille. La part du PIB que la Fédération de Russie consacre à la R & D, par exemple, reste de 1,3 %. En outre, par le nombre de ses chercheurs — 3 400 pour 1 million d'habitants —, la Fédération de Russie se situe au 3^e rang mondial après le Japon (5 100) et les États-Unis d'Amérique (4 400). Mais il y a une ombre au tableau : dans la Fédération de Russie, les dépenses par chercheur sont très maigres, ce qui signifie que les salaires sont bas et que les sommes dépensées pour l'équipement, le logement et les produits consommables sont négligeables. Si l'on ajoute à cela la restructuration encore peu concluante du système de R & D russe (présentée de manière circonstanciée dans le chapitre sur la Fédération de Russie), il en résulte que les conditions de travail sont médiocres. Bien

Tableau 2
 CHERCHEURS DANS LE MONDE EN 2002

	Nombre de chercheurs (en milliers)	% du nombre mondial de chercheurs	Nombre de chercheurs par million d'habitants	DIRD par chercheur (en milliers de dollars)
Monde	5 521,4	100,0	894,0	150,3
Pays développés	3 911,1	70,8	3 272,7	165,1
Pays en développement	1 607,2	29,1	374,3	114,3
Pays les moins avancés	3,1	0,1	4,5	153,7
Amériques	1 506,9	27,3	1 773,4	218,2
Amérique du Nord	1 368,5	24,8	4 279,5	224,5
Amérique latine et Caraïbes	138,4	2,5	261,2	156,5
Europe	1 843,4	33,4	2 318,8	122,7
Union européenne	1 106,5	20,0	2 438,9	177,0
Communauté des États indépendants (Europe)	616,6	11,2	2 979,1	29,1
Europe centrale et orientale et autres pays européens	120,4	2,2	895,9	103,4
Afrique	60,9	1,1	73,2	76,2
Pays du sud du Sahara	30,9	0,6	48,0	113,9
États arabes d'Afrique	30,0	0,5	159,4	40,9
Asie	2 034,0	36,8	554,6	128,5
Communauté des États indépendants (Asie)	83,9	1,5	1 155,0	8,9
Nouvelles économies industrielles d'Asie	291,1	5,3	777,2	183,7
États arabes d'Asie	9,7	0,2	93,5	66,6
Autres pays d'Asie	65,5	1,2	100,2	20,9
Océanie	76,2	1,4	2 396,5	114,4
Autres groupements				
États arabes, ensemble	39,7	0,7	136,0	47,2
Communauté des États indépendants, ensemble	700,5	12,7	2 505,3	26,7
OCDE	3 414,3	61,8	2 984,4	191,9
Pays (sélection)				
Argentine	26,1	0,5	715,0	61,5
Brésil*	54,9	1,0	314,9	238,0
Chine	810,5	14,7	633,0	88,8
France	177,4	3,2	2 981,8	198,4
Allemagne	264,7	4,8	3 208,5	211,4
Inde*	117,5	2,1	112,1	176,8
Israël*	9,2	0,2	1 395,2	661,1
Japon	646,5	11,7	5 084,9	164,5
Mexique*	21,9	0,4	217,0	159,7
Fédération de Russie	491,9	8,9	3 414,6	30,0
Afrique du Sud	8,7	0,2	192,0	357,6
Royaume-Uni*	157,7	2,9	2 661,9	184,2
États-Unis d'Amérique*	1 261,2	22,8	4 373,7	230,0

* Inde 1998, Israël 1997, États-Unis d'Amérique 1999, Royaume-Uni 1998, Brésil 2000, Mexique 1999.

Source : estimations de l'Institut de statistique de l'UNESCO, décembre 2004.

que la situation semble assurément en cours de stabilisation, voire d'amélioration avec une légère augmentation du budget de la R & D, il est encore trop tôt pour dire que la R & D « décolle » dans la Fédération de Russie.

La situation est encore plus sombre dans la Communauté des États indépendants en Asie. Nulle part au monde, la DIRD par chercheur n'y est aussi faible, avec à peine 8 900 dollars contre 200 000 dollars dans bon nombre de pays développés

et 30 000 dollars dans la Fédération de Russie. Rien n'indique non plus que la situation s'améliore dans ces États.

Beaucoup des pays de l'Europe du Sud-Est peinent encore, eux aussi, à se remettre d'une décennie de troubles. Ayant mis en place des institutions relevant, comme en URSS, d'une économie centralement planifiée, ils ont connu pendant les années 90 des bouleversements économiques analogues à ceux qui ont été vécus par les États de la CEI et, dans le cas des anciennes républiques yougoslaves, ont vu leurs difficultés encore aggravées par une guerre civile.

À la différence de l'Asie, l'Amérique latine et les Caraïbes ne montrent aucun signe perceptible de reprise de la R & D. Celle-ci semble même au contraire y être en déclin. La part de la région dans la DIRD mondiale est tombée de 3,1 % en 1997 à 2,6 % en 2002. En outre, trois pays — le Brésil, le Mexique et l'Argentine — représentent 85 % de la DIRD de la région, ce qui ne laisse pour les autres qu'une dépense moyenne d'au maximum 0,1 % du PIB, à la seule exception, infime mais notable, de Cuba (0,6 %).

En Afrique, la situation est encore plus sombre. Le ratio DIRD/PIB, pourtant faible dans les pays au sud du Sahara comme dans les États arabes de ce continent — 0,3 % et 0,2 % respectivement —, brosse un tableau encore trop rose de la réalité : l'Afrique du Sud effectue 90 % de la DIRD de l'Afrique subsaharienne et, comme nous le verrons dans le chapitre sur l'Afrique, la quasi-totalité de la R & D des États arabes d'Afrique est réalisée par l'Égypte et, dans une moindre mesure, par la Tunisie, le Maroc et l'Algérie. Il existe certes des signes d'une évolution encourageante dans un certain nombre de pays, mais, après une période de perturbation prolongée, bien des nations en sont encore à s'efforcer de retrouver leur niveau des années 70 et du début des années 80. Dans l'ensemble, la situation reste profondément désespérante et le chemin à parcourir très long.

Ce qui est vrai des États arabes d'Afrique l'est également, encore qu'à un degré un peu moindre, de ceux d'Asie. La majeure partie de la DIRD de la sous-région se concentre dans une poignée de pays, notamment la Jordanie, le Koweït et l'Arabie saoudite. On pourrait arguer que la performance très médiocre enregistrée même dans les pays riches en combustibles fossiles s'explique par le niveau relativement élevé de leur revenu par habitant. À cela on répondra que les pays bien dotés en combustibles fossiles auraient les moyens

de dépenser beaucoup plus pour la R & D, mais ne sont apparemment pas suffisamment convaincus de la nécessité d'investir dans l'économie du savoir. Or, pour être capable d'accéder à la prospérité et à une bonne qualité de vie — et de conserver celles-ci —, aucun pays ne peut se passer d'exploiter les résultats de la recherche et d'assurer un niveau d'instruction élevé à sa population. Comme le formule très justement la dernière phrase du chapitre consacré à la région arabe, si les États arabes veulent développer pleinement leur potentiel scientifique et technologique, il leur faut mettre en œuvre des réformes pour édifier des sociétés qui encouragent la tolérance, autorisent la libre expression, favorisent la liberté de pensée et respectent les droits de l'homme.

Production de R & D

Si l'on examine la production proprement dite de R & D, la situation mondiale ne se révèle guère différente de celle qui est observée pour la contribution à cette production. Il est vrai, comme nous le verrons dans le chapitre consacré à l'Union européenne, que cette région a maintenant dépassé les États-Unis d'Amérique pour le nombre d'articles scientifiques publiés, mais, si on se limite aux publications et citations dans les revues les plus influentes, les États-Unis d'Amérique restent très largement en tête.

Le nombre des publications financées sur les deniers publics est sensiblement plus élevé en Europe qu'aux États-Unis d'Amérique ; on pourrait être tenté d'attribuer ce fait à une productivité par chercheur nettement supérieure, mais, en réalité, l'explication est simple : la R & D militaire représente plus de 50 % des dépenses publiques de R & D aux États-Unis d'Amérique et beaucoup moins en Europe.

On ne s'étonnera pas que la triade États-Unis d'Amérique, Europe, Japon domine la production mondiale d'articles scientifiques. La part des autres régions est généralement (beaucoup) plus faible que leur part dans la DIRD. Il convient toutefois d'examiner, sous le masque des chiffres régionaux, le comportement de différents pays. La Turquie, par exemple, progresse rapidement (voir le chapitre sur l'Europe du Sud-Est) et fera certainement sentir sa présence sur la scène mondiale dans quelques années.

Les statistiques des brevets jettent une lumière crue sur les disparités existant à travers le monde. Alors que les nations en développement comptent pour 22 % dans la DIRD mondiale

Tableau 3
 BREVETS DÉLIVRÉS PAR L'USPTO, 1991 ET 2001

	Total		% du total mondial	
	1991	2001	1991	2001
Monde	96 268	166 012	100,0	100,0
Pays développés	94 285	154 999	97,9	93,4
Pays en développement	2 215	12 128	2,3	7,3
Pays les moins avancés	–	8	–	0,0
Amériques	53 848	93 321	55,9	56,2
Amérique du Nord	53 679	92 988	55,8	56,0
Amérique latine et Caraïbes	194	449	0,2	0,3
Europe	19 955	31 128	20,7	18,8
Union européenne	18 504	29 124	19,2	17,5
Communauté des États indépendants (Europe)	–	350	–	0,2
Europe centrale et orientale et autres pays européens	1 670	2 193	2	1,3
Afrique	128	160	0,1	0,1
Pays du sud du Sahara	121	146	0,1	0,1
États arabes d'Afrique	7	14	0,0	0,0
Asie	23 028	45 163	23,9	27,2
Communauté des États indépendants (Asie)	–	9	–	0,0
Nouvelles économies industrielles d'Asie	1 436	9 811	1,5	5,9
États arabes d'Asie	10	37	0,0	0,0
Autres pays d'Asie	17	58	0,0	0,0
Océanie	527	1 127	0,5	0,7
Autres groupements				
États arabes, ensemble	17	51	0,0	0,0
Communauté des États indépendants, ensemble	–	359	–	0,2
OCDE	94 667	158 317	98,3	95,4
Pays (sélection)				
Argentine	19	53	0,0	0,0
Bésil	66	149	0,1	0,1
Chine	63	298	0,1	0,2
Égypte	4	11	0,0	0,0
France	3 154	4 516	3,3	2,7
Allemagne	7 914	12 122	8,2	7,3
Inde	31	231	0,0	0,1
Israël	336	1 098	0,3	0,7
Japon	21 144	33 721	22,0	20,3
Mexique	36	120	0,0	0,1
Fédération de Russie	–	338	–	0,2
Afrique du Sud	115	132	0,1	0,1
Royaume-Uni	2 969	4 622	3,1	2,8
États-Unis d'Amérique	51 703	89 565	53,7	54,0

* URSS en 1991 = 179 brevets

Source : données de l'USPTO traitées par le Consortium canadien sur les indicateurs de science et d'innovation (CSIIC).

 Tableau 4
 RÉGIONS D'ORIGINE DES DÉPÔTS DE BREVETS
 AUPRÈS DE L'OEI, DE L'USPTO ET DU JPO, 1991
 ET 2000

	Total		% du total mondial	
	1991	2001	1991	2001
Monde	29 901	43 625	100,0	100,0
Pays développés	27 788	40 210	92,9	92,2
Pays en développement	2 113	3 415	7,1	7,8
Pays les moins avancés	0	0	0,0	0,0
Amériques	12 301	17 696	41,1	40,6
Amérique du Nord	10 492	15 504	35,1	35,5
Amérique latine et Caraïbes	1 809	2 192	6,0	5,0
Europe	8 228	12 599	27,5	28,9
Union européenne	7 382	11 642	24,7	26,7
Communauté des États indépendants (Europe)	43	78	0,1	0,2
Europe centrale et orientale et autres pays européens	803	879	2,7	2,0
Afrique	18	28	0,1	0,1
Pays du sud du Sahara	17	28	0,1	0,1
États arabes d'Afrique	1	0	0,0	0,0
Asie	9 179	12 945	30,7	29,7
Communauté des États indépendants (Asie)	0	0	0,0	0,0
Nouvelles économies industrielles d'Asie	150	698	0,5	1,6
États arabes d'Asie	1	3	0,0	0,0
Autres pays d'Asie	8	6	0,0	0,0
Océanie	175	357	0,6	0,8
Autres groupements				
États arabes, ensemble	2	3	0,0	0,0
Communauté des États indépendants, ensemble	43	78	0,1	0,2
OCDE	27 822	40 610	93,0	93,1
Pays (sélection)				
Argentine	5	11	0,0	0,0
Bésil	6	34	0,0	0,1
Chine	12	93	0,0	0,2
Égypte	1	0	0,0	0,0
France	161	489	0,5	1,1
Allemagne	3 676	5 777	12,3	13,2
Inde	9	46	0,0	0,1
Israël	104	342	0,3	0,8
Japon	8 895	11 757	29,7	27,0
Mexique	6	15	0,0	0,0
Fédération de Russie	37	76	0,1	0,2
Afrique du Sud	17	28	0,1	0,1
Royaume-Uni	1 250	1 794	4,2	4,1
États-Unis d'Amérique	10 217	14 985	34,2	34,3

Note : estimations de l'Institut de statistique de l'UNESCO concernant les demandes de brevets déposées à l'OEI, à l'USPTO et à l'Office japonais des brevets (JPO).

Source : base de données de brevets de l'OCDE, septembre-octobre 2004.

(tableau 1 et figure 1), elles ne représentent qu'à peine plus de 7 % de tous les brevets délivrés par l'Office des brevets et des marques de fabrique des États-Unis d'Amérique (United States Patent and Trademark Office, USPTO) (tableau 3) et seulement 3 % des demandes de brevets déposées auprès de l'Office européen des brevets (OEB) (tableau 4). Cela n'a bien sûr rien de surprenant, car la détention de brevets est révélatrice d'un environnement économique vigoureux et parvenu à maturité, qui offre des incitations marquées à innover. Dans de nombreux pays en développement, cet environnement est encore à l'état embryonnaire ou peine à s'installer durablement. Si créer un environnement favorable à l'obtention de brevets n'exige pas seulement du temps, ce facteur est néanmoins important. C'est pourquoi l'exploit de la

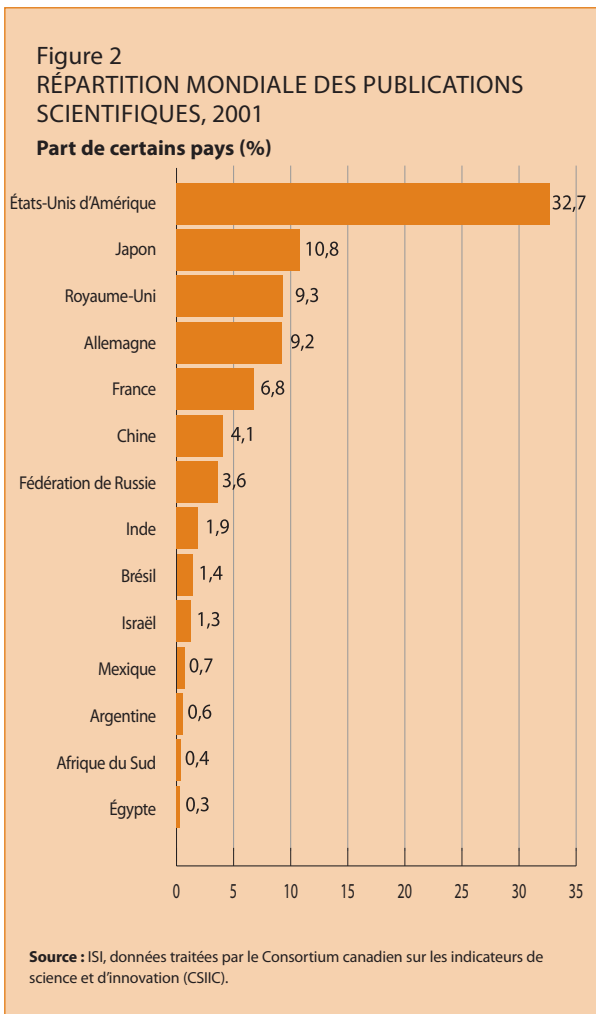


Tableau 5
RÉPARTITION MONDIALE DES PUBLICATIONS SCIENTIFIQUES, 1991 ET 2001

	Total		% du total mondial	
	1991	2001	1991	2001
Monde	455 315	598 447	100,0	100,0
Pays développés	420 089	524 306	92,3	87,6
Pays en développement	46 694	103 757	10,3	17,3
Pays les moins avancés	979	1 526	0,2	0,3
Amériques	206 772	232 856	45,4	38,9
Amérique du Nord	199 943	216 652	43,9	36,2
Amérique latine et Caraïbes	8 227	19 960	1,8	3,3
Europe	187 683	276 152	41,2	46,1
Union européenne	164 470	241 071	36,1	40,3
Communauté des États indépendants (Europe)	12 026	25 018	2,6	4,2
Europe centrale et orientale et autres pays européens	15 224	25 184	3,3	4,2
Afrique	7 058	8 608	1,6	1,4
Pays du sud du Sahara	4 636	5 105	1,0	0,9
États arabes d'Afrique	2 431	3 536	0,5	0,6
Asie	73 542	134 870	16,2	22,5
Communauté des États indépendants (Asie)	813	1 047	0,2	0,2
Nouvelles économies industrielles d'Asie	6 521	24 253	1,4	4,1
États arabes d'Asie	1 470	2 012	0,3	0,3
Autres pays d'Asie	1 331	3 315	0,3	0,6
Océanie	13 126	19 655	2,9	3,3
Autres groupements				
États arabes, ensemble	3 838	5 416	0,8	0,9
Communauté des États indépendants, ensemble	12 706	25 902	2,8	4,3
OCDE	408 354	519 951	89,7	86,9
Pays (sélection)				
Argentine	1 719	3 756	0,4	0,6
Brésil	3 105	8 564	0,7	1,4
Chine	6 340	24 367	1,4	4,1
Égypte	1 651	1 830	0,4	0,3
France	27 335	40 485	6,0	6,8
Allemagne	37 112	55 212	8,2	9,2
Inde	9 848	11 620	2,2	1,9
Israël	5 409	7 744	1,2	1,3
Japon	42 653	64 655	9,4	10,8
Mexique	1 307	4 049	0,3	0,7
Fédération de Russie	9 718	21 315	2,1	3,6
Afrique du Sud	2 618	2 657	0,6	0,4
Royaume-Uni	40 789	55 363	9,0	9,3
États-Unis d'Amérique	179 615	195 660	39,4	32,7

Note : les sommes des nombres et des pourcentages pour les différentes régions sont supérieures aux chiffres totaux et à 100 %, car les publications collectives dont les coauteurs appartiennent à des régions différentes sont intégralement comptabilisées dans chacune d'elles.

Source : ISI, données traitées par le Consortium canadien sur les indicateurs de science et d'innovation (CSIC).

Tableau 6
 RÉPARTITION MONDIALE DES PUBLICATIONS SCIENTIFIQUES, 1991 ET 2001

Par domaine

	Biologie		Recherche biomédicale		Chimie		Médecine clinique		Terre et espace	
	1991	2001	1991	2001	1991	2001	1991	2001	1991	2001
Monde	37 755	45 482	76 337	93 557	58 580	77 351	150 788	190 400	22 536	33 376
Pays développés	34 202	40 103	72 545	85 646	51 723	62 894	142 361	173 692	20 860	30 415
Pays en développement	4 953	8 537	5 343	11 596	8 231	18 177	10 784	22 129	2 661	5 478
Pays les moins avancés	216	350	109	213	57	59	488	694	43	91
Amériques	18 844	18 857	38 432	44 568	18 404	20 456	71 801	81 593	12 287	16 074
Amérique du Nord	17 951	16 751	37 303	42 262	17 602	18 247	69 972	77 710	11 822	15 064
Amérique latine et Caraïbes	1 155	2 747	1 339	2 865	877	2 504	2 207	4 742	626	1 460
Europe	12 135	19 101	31 222	40 958	27 917	37 855	62 126	85 483	9 103	16 493
Union européenne	11 109	17 007	27 485	37 020	22 649	30 574	57 326	78 919	7 937	14 368
Communauté des États indépendants (Europe)	341	1 101	1 820	2 339	3 535	5 693	1 043	925	645	1 726
Europe centrale et orientale et autres pays européens	859	1 669	2 569	3 440	2 240	3 401	4 829	8 259	779	1 615
Afrique	1 257	1 445	788	973	1 278	1 290	2 227	2 456	453	597
Pays du sud du Sahara	1 008	1 153	644	774	416	341	1 793	1 858	325	411
États arabes d'Afrique	249	284	146	198	862	974	441	592	128	184
Asie	5 464	8 012	9 943	16 773	13 134	23 190	18 309	32 799	2 491	5 073
Communauté des États indépendants (Asie)	24	33	130	46	241	293	71	48	36	68
Nouvelles économies industrielles d'Asie	539	1 372	617	2 558	1 211	3 808	1 460	4 915	192	865
États arabes d'Asie	136	174	104	168	211	232	543	712	108	114
Autres pays d'Asie	249	454	134	310	188	626	402	942	60	164
Océanie	2 590	3 309	2 063	2 919	1 093	1 537	4 428	6 616	1 095	1 914
Autres groupements										
États arabes, ensemble	379	447	248	358	1 059	1 151	971	1 285	229	295
Communauté des États indépendants, ensemble	360	1 128	1 919	2 379	3 738	5 958	1 099	970	672	1 774
OCDE	33 989	40 037	70 539	85 392	48 067	59 929	141 579	176 816	20 308	29 890
Pays (sélection)										
Argentine	221	569	257	572	253	475	430	932	96	246
Brésil	304	954	585	1 255	263	1 123	806	1 985	204	474
Chine	294	982	307	1 984	1 169	5 915	789	2 897	329	1 190
Égypte	165	164	98	88	657	573	251	349	92	70
France	1 520	2 341	4 845	6 515	4 241	5 145	7 861	10 751	1 523	2 968
Allemagne	2 300	3 032	5 957	8 342	5 855	7 388	10 642	16 520	1 725	3 299
Inde	925	841	1 110	1 522	2 587	2 788	1 380	1 789	607	613
Israël	561	593	902	1 163	386	617	1 870	2 527	223	368
Japon	2 866	3 929	6 756	9 353	7 249	9 686	11 959	19 244	994	1 968
Mexique	209	639	198	471	122	392	287	821	130	416
Fédération de Russie	300	1 000	1 520	2 195	2 848	4 903	891	800	579	1 602
Afrique du Sud	505	490	402	442	290	241	859	742	220	285
Royaume-Uni	3 041	4 113	7 276	9 399	4 263	5 366	16 142	19 994	2 226	4 131
États-Unis d'Amérique	14 880	14 045	34 018	38 955	15 702	16 233	63 794	70 796	10 278	13 332

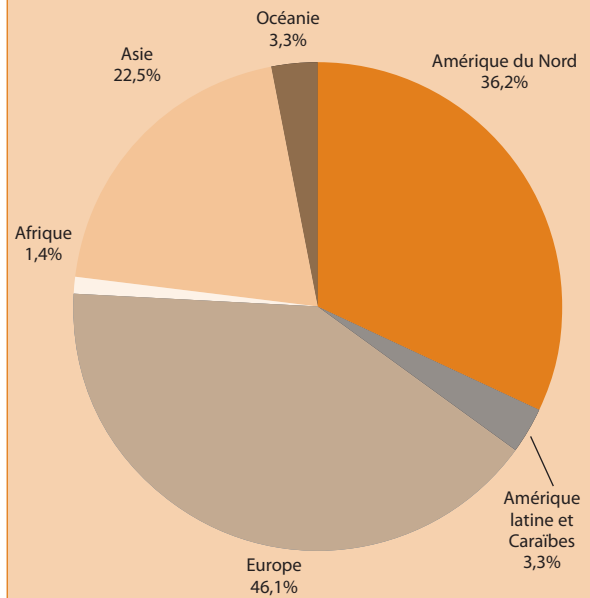
Note : les sommes des nombres et des pourcentages pour les différentes régions sont supérieures aux chiffres totaux et à 100 %, car les publications collectives dont les coauteurs appartiennent à des régions différentes sont intégralement comptabilisées dans chacune d'elles.

Ingénierie et technologie		Mathématiques		Physique		Non connu	
1991	2001	1991	2001	1991	2001	1991	2001
35 340	55 858	8 162	14 278	65 507	88 004	310	142
31 436	44 723	7 507	12 445	59 148	74 253	307	135
5 044	14 639	1 047	3 029	8 627	20 161	4	12
33	55	3	4	30	61	-	0
16 360	18 832	4 369	5 727	26 155	26 689	120	60
16 050	17 635	4 223	5 304	24 901	23 620	119	59
378	1 379	188	508	1 456	3 754	1	1
11 913	22 611	3 384	7 466	29 696	46 108	187	77
10 347	19 267	3 032	6 633	24 520	37 217	65	68
768	2 435	178	706	3 696	10 078	-	16
967	2 092	220	533	2 628	4 172	133	3
437	693	58	197	560	951	-	4
180	217	30	83	240	265	-	2
257	485	28	116	320	703	-	2
8 406	18 852	1 209	2 999	14 578	27 156	8	17
44	53	27	38	240	466	-	0
1 344	5 207	122	588	1 036	4 935	-	4
220	372	25	51	123	188	-	1
90	338	31	84	176	398	1	0
643	1 357	220	448	992	1 554	2	0
466	847	53	164	433	865	-	2
802	2 481	203	743	3 913	10 453	-	16
30 822	45 053	7 312	12 160	55 546	70 543	192	130
89	204	26	81	347	677	-	0
155	737	80	240	707	1 795	1	1
936	4 300	272	1 016	2 244	6 083	-	0
196	268	11	21	181	295	-	2
1 512	3 212	503	1 695	5 325	7 841	5	16
2 852	4 303	677	1 391	7 092	10 926	12	11
1 165	1 503	127	198	1 947	2 365	-	1
390	675	193	382	882	1 418	2	1
4 312	7 122	426	785	8 086	12 558	5	9
62	274	39	81	260	956	-	0
580	1 816	143	591	2 857	8 393	-	15
121	185	25	65	196	207	-	0
2 673	4 479	678	1 093	4 457	6 779	33	9
14 151	15 622	3 830	4 819	22 853	21 806	109	52

Source : données de l'ISI traitées par le Consortium canadien sur les indicateurs de science et d'innovation (CSIIC).

Figure 3
RÉPARTITION MONDIALE DES PUBLICATIONS SCIENTIFIQUES, 2001

Par continent



Note : la somme des pourcentages correspondant aux différentes régions est supérieure à 100 %, car les publications collectives dont les coauteurs appartiennent à des régions différentes sont intégralement comptabilisées dans chacune d'elles.

Source : ISI, données traitées par le Consortium canadien sur les indicateurs de science et d'innovation (CSIIC).

Chine en matière de DIRD ne trouve pas encore de traduction visible dans les données de l'USPTO et de l'OEI sur les brevets : ce pays a représenté 0,2 % des brevets délivrés par l'USPTO en 2001 et 0,3 % des demandes de brevets adressées à l'OEI en 2000. Le constat est le même pour la Turquie, qui a vu augmenter fortement ses publications mais attend encore de voir progresser ses brevets. Les pays nouvellement industrialisés d'Asie, qui ont une tradition plus ancienne en la matière, occupent maintenant une place tout à fait visible, avec 5,9 % des brevets délivrés par l'USPTO et 1,5 % des demandes déposées auprès de l'OEI. Le reste du monde, à l'exception notable de l'Amérique du Nord, de l'Europe, du Japon et d'Israël, est pratiquement absent, ce qui illustre bien les formidables obstacles à surmonter. Le cas de la Russie mérite une mention particulière : la Fédération de Russie ne compte à son actif qu'un nombre extrêmement faible de brevets internationaux, et l'abondance des brevets nationaux

Tableau 7
ÉCHANGES INTERNATIONAUX DE PRODUITS DE HAUTE TECHNOLOGIE, 2002
En millions de dollars des États-Unis d'Amérique

	Produits de l'industrie aérospatiale				Armements				Chimie (hors produits pharmaceutiques)			
	Importations	% du total mondial	Exportations *	% du total mondial	Importations	% du total mondial	Exportations *	% du total mondial	Importations	% du total mondial	Exportations *	% du total mondial
Monde	99 112	100,0	112 228	100,0	5 199	100,0	5 887	100,0	25 400	100,0	22 941	100,0
Pays développés	83 032	83,8	98 713	88,0	3 766	72,4	5 071	86,1	19 424	76,5	16 619	72,4
Pays en développement	16 038	16,2	5 212	4,6	1 411	27,1	433	7,3	5 858	23,1	5 273	23,0
Pays les moins avancés	42	0,0	8 304	7,4	23	0,4	384	6,5	118	0,5	1 049	4,6
Amériques	29 116	29,4	43 300	38,6	1 836	35,3	2 922	49,6	6 768	26,6	5 005	21,8
Amérique du Nord	26 872	27,1	39 622	35,3	1 678	32,3	2 690	45,7	4 616	18,2	3 899	17,0
Amérique latine et Caraïbes	2 244	2,3	3 678	3,3	157	3,0	232	3,9	2 152	8,5	1 107	4,8
Europe	48 500	48,9	57 674	51,4	2 065	39,7	2 247	38,2	12 340	48,6	11 871	51,7
Union européenne	46 162	46,6	54 402	48,5	1 555	29,9	1 791	30,4	10 682	42,1	10 841	47,3
Communauté des États indépendants (Europe)	345	0,3	1 076	1,0	5	0,1	52	0,9	876	3,4	270	1,2
Europe centrale et orientale et autres pays européens	1 965	2,0	2 156	1,9	497	9,6	393	6,7	497	2,0	737	3,2
Afrique	1 607	1,6	8 415	7,5	63	1,2	401	6,8	612	2,4	1 332	5,8
Pays du sud du Sahara	1 095	1,1	8 400	7,5	49	0,9	401	6,8	410	1,6	1 327	5,8
États arabes d'Afrique	511	0,5	14	0,0	14	0,3	0	0,0	202	0,8	4	0,0
Asie	16 951	17,1	2 112	1,9	1 006	19,4	288	4,9	5 297	20,9	4 527	19,7
Communauté des États indépendants (Asie)	7	0,0	3	0,0	0	0,0	0	0,0	10	0,0	1	0,0
Nouvelles économies industrielles d'Asie	5 844	5,9	1 190	1,1	290	5,6	87	1,5	1 330	5,2	2 680	11,7
États arabes d'Asie	77	0,1	1	0,0	301	5,8	0	0,0	184	0,7	29	0,1
Autres pays d'Asie	1 065	1,1	23	0,0	191	3,7	41	0,7	746	2,9	524	2,3
Océanie	2 938	3,0	728	0,6	229	4,4	30	0,5	383	1,5	207	0,9
Autres groupements												
États arabes, ensemble	588	0,6	16	0,0	315	6,1	1	0,0	386	1,5	34	0,1
Communauté des États indépendants, ensemble	352	0,4	1 079	1,0	5	0,1	52	0,9	885	3,5	271	1,2
OCDE	83 349	84,1	98 854	88,1	4 187	80,5	5 130	87,1	19 297	76,0	16 950	73,9
Pays (sélection)												
Argentine	189	0,2	83	0,1	2	0,0	7	0,1	169	0,7	207	0,9
Brésil	703	0,7	2 767	2,5	13	0,2	205	3,5	532	2,1	409	1,8
Chine	3 472	3,5	6	0,0	4	0,1	2	0,0	560	2,2	35	0,2
Égypte	0	0,0	0	0,0	1	0,0	0	0,0	41	0,2	1	0,0
France	7 007	7,1	18 235	16,2	87	1,7	252	4,3	2 421	9,5	2 887	12,6
Allemagne	11 208	11,3	16 837	15,0	101	1,9	216	3,7	1 573	6,2	2 551	11,1
Inde	648	0,7	3	0,0	3	0,1	2	0,0	108	0,4	345	1,5
Israël	555	0,6	14	0,0	0	0,0	0	0,0	92	0,4	217	0,9
Japon	5 284	5,3	872	0,8	217	4,2	155	2,6	2 267	8,9	695	3,0
Mexique	350	0,4	783	0,7	37	0,7	18	0,3	436	1,7	191	0,8
Fédération de Russie	311	0,3	888	0,8	5	0,1	52	0,9	650	2,6	220	1,0
Afrique du Sud	812	0,8	67	0,1	0	0,0	7	0,1	139	0,5	219	1,0
Royaume-Uni	15 013	15,1	11 112	9,9	577	11,1	601	10,2	1 267	5,0	1 967	8,6
États-Unis d'Amérique	22 099	22,3	39 615	35,3	1 250	24,0	2 689	45,7	3 681	14,5	3 899	17,0

Ordinateurs et machines de bureau				Machines électriques				Électronique-télécommunications			
Importations	% du total mondial	Exportations* *	% du total mondial	Importations	% du total mondial	Exportations* *	% du total mondial	Importations	% du total mondial	Exportations* *	% du total mondial
304 189	100,0	269 052	100,0	33 161	100,0	29 372	100,0	472 106	100,0	421 235	100,0
219 007	72,0	134 611	50,0	19 008	57,3	19 361	65,9	244 424	51,8	234 283	55,6
85 002	27,9	132 064	49,1	14 143	42,7	9 447	32,2	227 339	48,2	180 187	42,8
181	0,1	2 377	0,9	10	0,0	564	1,9	343	0,1	6 765	1,6
89 989	29,6	35 688	13,3	7 147	21,6	5 411	18,4	110 750	23,5	65 248	15,5
78 620	25,8	24 560	9,1	5 331	16,1	3 677	12,5	87 751	18,6	51 504	12,2
11 369	3,7	11 127	4,1	1 817	5,5	1 734	5,9	22 999	4,9	13 744	3,3
117 910	38,8	86 323	32,1	11 380	34,3	10 085	34,3	131 204	27,8	134 657	32,0
110 738	36,4	85 511	31,8	10 660	32,1	9 391	32,0	121 071	25,6	131 286	31,2
789	0,3	51	0,0	102	0,3	256	0,9	2 191	0,5	477	0,1
5 467	1,8	712	0,3	449	1,4	358	1,2	6 161	1,3	2 396	0,6
1 815	0,6	3 379	1,3	218	0,7	718	2,4	3 789	0,8	7 779	1,8
1 180	0,4	3 370	1,3	96	0,3	689	2,3	2 365	0,5	7 123	1,7
635	0,2	9	0,0	122	0,4	28	0,1	1 424	0,3	656	0,2
90 130	29,6	142 928	53,1	14 084	42,5	13 010	44,3	222 018	47,0	212 808	50,5
33	0,0	0	0,0	4	0,0	0	0,0	81	0,0	5	0,0
44 095	14,5	97 549	36,3	5 753	17,3	4 299	14,6	124 731	26,4	134 404	31,9
723	0,2	12	0,0	61	0,2	2	0,0	1 346	0,3	27	0,0
8 395	2,8	21 948	8,2	1 791	5,4	2 751	9,4	24 948	5,3	26 796	6,4
4 346	1,4	735	0,3	332	1,0	149	0,5	4 345	0,9	742	0,2
1 358	0,4	21	0,0	184	0,6	30	0,1	2 770	0,6	683	0,2
822	0,3	52	0,0	106	0,3	256	0,9	2 272	0,5	482	0,1
230 291	75,7	161 407	60,0	21 829	65,8	21 277	72,4	276 644	58,6	271 992	64,6
155	0,1	33	0,0	24	0,1	7	0,0	143	0,0	51	0,0
1 139	0,4	154	0,1	213	0,6	51	0,2	2 710	0,6	1 479	0,4
15 642	5,1	14	0,0	3 290	9,9	2	0,0	43 772	9,3	31	0,0
165	0,1	1	0,0	29	0,1	0	0,0	254	0,1	1	0,0
11 398	3,7	6 005	2,2	1 002	3,0	648	2,2	12 971	2,7	14 162	3,4
24 072	7,9	14 053	5,2	3 118	9,4	2 795	9,5	25 872	5,5	29 312	7,0
1 294	0,4	142	0,1	150	0,5	11	0,0	2 587	0,5	431	0,1
872	0,3	237	0,1	920	2,8	485	1,7	1 806	0,4	3 592	0,9
19 076	6,3	23 026	8,6	2 115	6,4	5 460	18,6	22 745	4,8	47 522	11,3
7 880	2,6	10 915	4,1	1 420	4,3	1 670	5,7	15 604	3,3	12 135	2,9
636	0,2	35	0,0	71	0,2	217	0,7	1 723	0,4	325	0,1
853	0,3	79	0,0	70	0,2	29	0,1	1 741	0,4	244	0,1
19 073	6,3	14 634	5,4	1 705	5,1	2 238	7,6	19 953	4,2	28 459	6,8
70 500	23,2	24 560	9,1	4 827	14,6	3 677	12,5	77 386	16,4	51 504	12,2

Table 7 (suite)

	Machines non électriques				Pharmacie				Instruments scientifiques			
	Importations	% du total mondial	Exportations* %	% du total mondial	Importations	% du total mondial	Exportations* %	% du total mondial	Importations	% du total mondial	Exportations* %	% du total mondial
Monde	23 241	100,0	25 256	100,0	51 756	100,0	50 102	100,0	102 976	100,0	97 804	100,0
Pays développés	15 954	68,6	22 970	90,9	43 247	83,6	46 145	92,1	69 837	67,8	80 276	82,1
Pays en développement	7 278	31,3	1 297	5,1	8 297	16,0	3 592	7,2	33 049	32,1	15 636	16,0
Pays les moins avancés	9	0,0	989	3,9	212	0,4	365	0,7	90	0,1	1 892	1,9
Amériques	6 189	26,6	6 544	25,9	11 476	22,2	7 888	15,7	28 805	28,0	25 813	26,4
Amérique du Nord	4 606	19,8	6 157	24,4	8 654	16,7	7 173	14,3	23 858	23,2	23 018	23,5
Amérique latine et Caraïbes	1 583	6,8	387	1,5	2 822	5,5	716	1,4	4 947	4,8	2 795	2,9
Europe	10 452	45,0	14 192	56,2	32 249	62,3	37 826	75,5	38 172	37,1	44 140	45,1
Union européenne	8 860	38,1	11 699	46,3	25 722	49,7	29 866	59,6	34 113	33,1	39 081	40,0
Communauté des États indépendants (Europe)	511	2,2	717	2,8	652	1,3	92	0,2	1 040	1,0	693	0,7
Europe centrale et orientale et autres pays européens	953	4,1	1 741	6,9	5 465	10,6	7 673	15,3	2 498	2,4	4 270	4,4
Afrique	280	1,2	997	3,9	1 012	2,0	422	0,8	1 032	1,0	2 061	2,1
Pays du sud du Sahara	91	0,4	996	3,9	451	0,9	405	0,8	589	0,6	1 985	2,0
États arabes d'Afrique	189	0,8	1	0,0	561	1,1	17	0,0	443	0,4	75	0,1
Asie	6 071	26,1	3 470	13,7	6 345	12,3	3 759	7,5	33 442	32,5	25 286	25,9
Communauté des États indépendants (Asie)	47	0,2	1	0,0	30	0,1	0	0,0	30	0,0	9	0,0
Nouvelles économies industrielles d'Asie	1 700	7,3	381	1,5	1 240	2,4	1 977	3,9	10 253	10,0	8 351	8,5
États arabes d'Asie	489	2,1	1	0,0	779	1,5	37	0,1	694	0,7	17	0,0
Autres pays d'Asie	1 461	6,3	337	1,3	664	1,3	44	0,1	4 407	4,3	3 281	3,4
Océanie	249	1,1	52	0,2	674	1,3	208	0,4	1 526	1,5	503	0,5
Autres groupements												
États arabes, ensemble	678	2,9	2	0,0	1 340	2,6	54	0,1	1 136	1,1	92	0,1
Communauté des États indépendants, ensemble	557	2,4	718	2,8	681	1,3	93	0,2	1 070	1,0	702	0,7
OCDE	17 143	73,8	22 686	89,8	44 002	85,0	46 249	92,3	74 922	72,8	82 755	84,6
Pays (sélection)												
Argentine	71	0,3	13	0,1	193	0,4	138	0,3	109	0,1	43	0,0
Brésil	364	1,6	9	0,0	966	1,9	97	0,2	1 180	1,1	165	0,2
Chine	1 195	5,1	5	0,0	682	1,3	12	0,0	9 688	9,4	4	0,0
Égypte	2	0,0	0	0,0	194	0,4	9	0,0	83	0,1	0	0,0
France	1 226	5,3	1 624	6,4	4 024	7,8	4 115	8,2	4 781	4,6	4 635	4,7
Allemagne	2 100	9,0	3 158	12,5	4 896	9,5	4 048	8,1	7 431	7,2	13 952	14,3
Inde	119	0,5	20	0,1	405	0,8	658	1,3	812	0,8	266	0,3
Israël	75	0,3	129	0,5	104	0,2	38	0,1	676	0,7	701	0,7
Japon	986	4,2	2 597	10,3	2 442	4,7	991	2,0	6 882	6,7	12 657	12,9
Mexique	873	3,8	345	1,4	790	1,5	338	0,7	2 756	2,7	2 543	2,6
Fédération de Russie	254	1,1	605	2,4	479	0,9	74	0,1	830	0,8	478	0,5
Afrique du Sud	76	0,3	6	0,0	171	0,3	21	0,0	433	0,4	67	0,1
Royaume-Uni	2 108	9,1	2 228	8,8	2 959	5,7	3 893	7,8	5 793	5,6	6 300	6,4
États-Unis d'Amérique	3 596	15,5	6 157	24,4	7 522	14,5	7 172	14,3	19 573	19,0	23 018	23,5

* Tous les chiffres des exportations s'entendent à l'exclusion des réexportations. Arménie : les réexportations n'ont pas été retranchées.

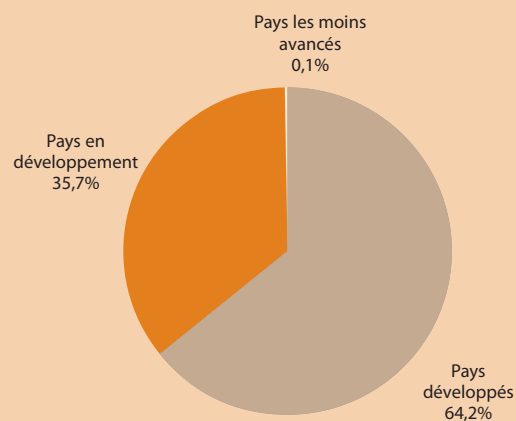
qui y sont délivrés ne nuance qu'en partie ce tableau, lequel s'explique par le rôle jadis prépondérant (et qui perdure ?) du secteur industriel public plutôt qu'il ne reflète le degré de compétitivité de l'industrie sur la scène mondiale (voir le chapitre sur la Fédération de Russie).

Les indicateurs des échanges internationaux de produits de haute technologie sont beaucoup plus difficiles à interpréter (tableau 7). Cela est dû notamment à ce que des secteurs en général très vastes sont classés globalement comme à technologie haute, moyenne ou faible, alors même qu'il existe

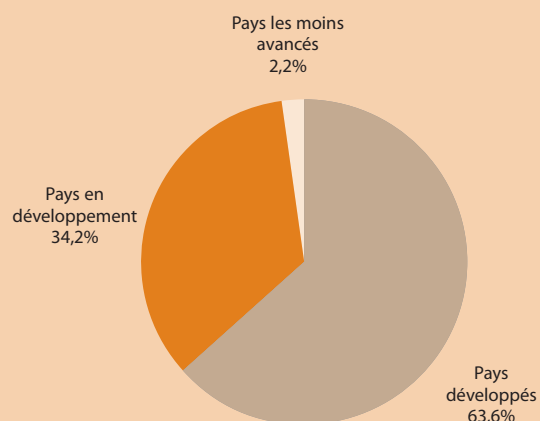
Importations	Total		Exportations *	% du total mondial
% du total mondial	% du total mondial		% du total mondial	
1 117 139	100,0	1 033 878	100,0	
717 698	64,2	658 048	63,6	
398 414	35,7	353 141	34,2	
1 027	0,1	22 689	2,2	
292 076	26,1	197 819	19,1	
241 986	21,7	162 299	15,7	
50 090	4,5	35 520	3,4	
404 270	36,2	399 016	38,6	
369 563	33,1	373 868	36,2	
6 510	0,6	3 685	0,4	
23 953	2,1	20 437	2,0	
10 428	0,9	25 503	2,5	
6 327	0,6	24 696	2,4	
4 101	0,4	806	0,1	
395 345	35,4	408 187	39,5	
242	0,0	19	0,0	
195 235	17,5	250 919	24,3	
4 653	0,4	126	0,0	
43 669	3,9	55 743	5,4	
15 021	1,3	3 352	0,3	
8 754	0,8	933	0,1	
6 752	0,6	3 704	0,4	
771 663	69,1	727 300	70,3	
1 055	0,1	583	0,1	
7 821	0,7	5 334	0,5	
78 304	7,0	111	0,0	
768	0,1	13	0,0	
44 918	4,0	52 563	5,1	
80 370	7,2	86 922	8,4	
6 126	0,5	1 879	0,2	
5 101	0,5	5 414	0,5	
62 016	5,6	93 976	9,1	
30 146	2,7	28 937	2,8	
4 960	0,4	2 894	0,3	
4 296	0,4	740	0,1	
68 448	6,1	71 432	6,9	
210 433	18,8	162 291	15,7	

Source : base de données COMTRADE (2002). Méthodologie fondée sur la CTCI Rev. 3, comme proposé dans le document OCDE/GD (97) 216.

Contribution (%) aux importations mondiales de produits de haute technologie



Contribution (%) aux exportations mondiales de produits de haute technologie (moins les réexportations)



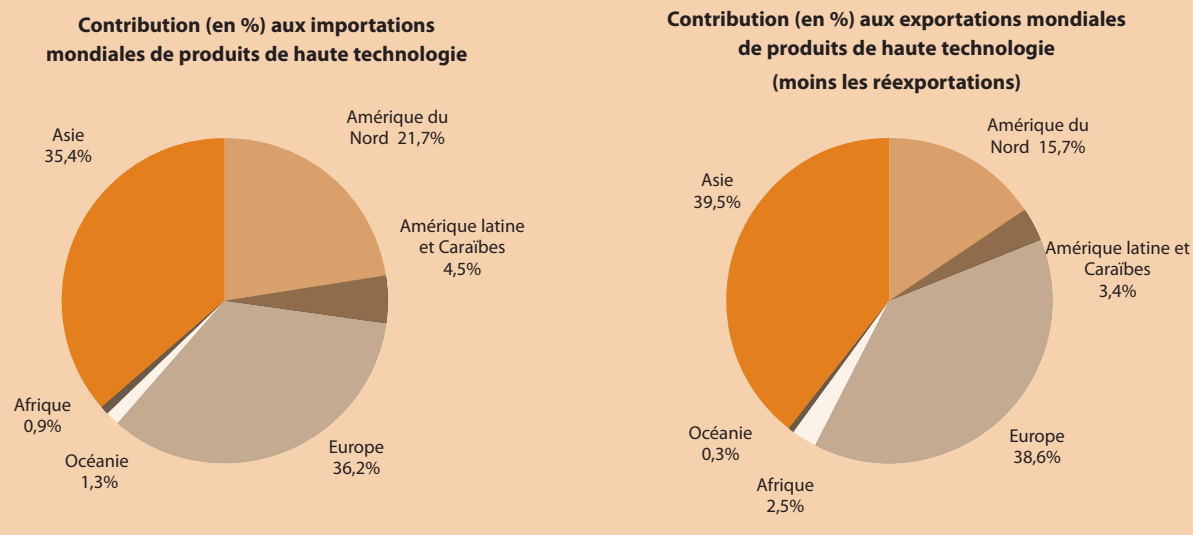
souvent d'importantes différences entre leurs sous-secteurs. Une autre raison tient à la « dissection » des processus de fabrication ou de production.

Dessins, composants et sous-systèmes proviennent du monde entier et font plusieurs voyages à travers le globe avant

de s'arrêter au lieu final où s'opérera l'assemblage général. Et encore celui-ci peut-il être distinct du lieu d'emballage et d'expédition aux distributeurs.

En outre, les volumes des échanges dépendent dans une très grande mesure de la taille des pays concernés. Même

Figure 4
IMPORTATIONS ET EXPORTATIONS MONDIALES DE PRODUITS DE HAUTE TECHNOLOGIE, 2002
Par continent



Source : base de données COMTRADE (2002). Méthodologie fondée sur la CTCI Rev. 3, comme proposé dans le document OCDE/GD (97) 216.

si l'on groupe les pays de manière à obtenir des entités de tailles plus comparables, on doit, idéalement, soustraire tous les échanges « intragroupes ». Dans le cas des produits pharmaceutiques, par exemple, les importations mondiales se sont élevées en 2002 à un total de près de 52 milliards de dollars et ont consisté dans une mesure considérable en importations intra-européennes. Mais, la même année, les ventes globales de produits pharmaceutiques se sont montées à 400 milliards de dollars. Il s'ensuit que les statistiques des importations et exportations fournissent une multiplicité d'éléments d'information qu'il faut démêler pour cerner au plus près la réalité en décomposant les chiffres par secteur et pays. Ainsi, une forte part dans les exportations de produits de haute technologie n'est pas toujours en parfaite corrélation avec la capacité technologique. L'emploi d'une main-d'œuvre à bas coût dans des usines sous contrôle étranger n'opérant guère de transferts technologiques peut faire progresser les statistiques sans favoriser le développement au même degré.

L'examen des données relatives aux États-Unis d'Amérique et à l'Union européenne révèle que les exportations américaines présentent parfois une faiblesse trompeuse mais à laquelle il faut s'attendre pour la plupart des secteurs d'une économie

de vastes dimensions. À l'inverse, le niveau élevé des chiffres correspondant à l'Union européenne est lui aussi trompeur en raison de l'important volume des échanges internes à l'UE.

Une étude minutieuse des statistiques des importations et exportations de produits de haute technologie révèle toutefois d'intéressantes caractéristiques. Elle fait ressortir la place éminente conquise par les nouvelles économies industrielles d'Asie, en particulier en ce qui concerne les ordinateurs et machines de bureau, l'électronique et les télécommunications et, dans une moindre mesure, les machines électriques, par exemple.

Le constat selon lequel l'émergence de la Chine ne se reflète pas encore dans les statistiques des brevets est confirmé par la faible position que ce pays occupe à ce jour dans les exportations de produits de haute technologie. La dynamique à l'œuvre est toutefois clairement visible : la Chine importe maintenant plus d'instruments scientifiques, de produits électroniques et de télécommunication et de machines électriques que le Japon.

L'importante position des États-Unis d'Amérique dans le domaine des technologies aérospatiales et militaires peut se déduire de leur forte part dans les exportations correspondantes.

De même, l'importante contribution du Japon aux exportations d'instruments scientifiques et de machines électriques semble être un indice de la place solide que conserve ce pays dans la fabrication d'articles manufacturés de haute qualité, dont le volume, si l'on en croit des statistiques récentes, continue même d'augmenter, suivant en cela une tendance qui résiste à la vague des délocalisations.

LA « TRIPLE HÉLICE », CONDITION NÉCESSAIRE DE L'INNOVATION

Depuis qu'il a acquis droit de cité aux yeux des décideurs, à partir du milieu des années 70, le mot « innovation » ne cesse de gagner en prestige. Pour reprendre une image familière, un visiteur extraterrestre qui arriverait sur notre planète pourrait facilement en venir à la conclusion que la vie sur terre est d'abord et avant tout affaire d'innovation. Partout dans le monde, elle alimente les conversations. On parle désormais couramment de systèmes nationaux ou régionaux d'innovation pour décrire les multiples activités, partenaires et mécanismes dont les effets combinés constituent la trame des économies et des sociétés qui innovent avec succès.

Cette dynamique est connue sous l'appellation de « triple hélice », qui évoque la manière dont la coopération entre les entreprises, les institutions du savoir et les organismes gouvernementaux pousse continuellement l'économie vers le haut, comme l'alouette qui s'envole dans l'œuvre de Ralph Vaughan Williams. On songe aussi aux paroles fascinantes d'une chanson interprétée par le chœur d'enfants d'une école primaire de Kampala, qui a gratifié de sa présence les participants à la Réunion nationale sur la science, la technologie et l'innovation tenue en Ouganda en mars 2005 : « L'innovation est une invitation à l'élévation. »

Simultanément, le modèle d'innovation dit linéaire — le produit de la recherche fondamentale nourrissant la recherche appliquée, laquelle, à son tour, constitue la base des technologies qui aboutissent à l'innovation — a été relégué dans les poubelles de l'Histoire.

Il est, en effet, très important de développer systématiquement l'interaction entre universités, instituts de recherche, entreprises, autorités locales et régionales, chambres de commerce, écoles, banques, fonds de capital-risque ou encore investisseurs privés. Cela permet de créer des réseaux ou des systèmes d'innovation ainsi que des pôles d'activité économique qui constituent le tissu

même des économies et des sociétés innovantes ; car, même à l'heure de la mondialisation, alors que les TIC sont le moteur des flux mondiaux de technologie, les réseaux locaux, régionaux et nationaux d'échange de connaissances jouent un rôle essentiel dans le succès des innovations et le progrès social.

Cependant, nous ne devons pas confondre les rôles dévolus aux diverses parties prenantes, ni négliger le fait que la science, la technologie et l'innovation sont de nature différente. Les processus qui les sous-tendent ont été décrits, de façon commode, comme trois cycles interdépendants, le premier correspondant à la science, le deuxième aux technologies et à la résolution des problèmes, le troisième aux innovations. Dans cette optique, une innovation sous sa forme la plus rudimentaire est tout simplement une nouvelle idée qui donne de bons résultats sous formes de produits commercialisés, de thérapies appliquées dans les hôpitaux, de nouvelles politiques adoptées par les gouvernements du monde entier, et ainsi de suite.

Les trois cycles se recoupent et des interactions multiples entre les personnes et les organisations intervenant dans l'un ou l'autre se produisent à divers moments. Certes, ces personnes et ces organisations varient généralement d'un cycle à l'autre. C'est que différentes capacités, mentalités et aspirations personnelles, divers systèmes de récompense ou missions institutionnelles sont à l'œuvre.

Le secteur privé joue un rôle crucial, tant dans le cycle de l'innovation que dans celui des technologies, mais beaucoup moins dans le cycle de la science. C'est l'une des raisons pour lesquelles le secteur privé doit renforcer ses liens avec les établissements universitaires. Ces derniers et les instituts qui se consacrent aux sciences fondamentales dominent le cycle de la science, mais, pour eux aussi, il est devenu essentiel de tisser des liens plus étroits avec les partenaires de l'industrie ou du secteur public.

Les nouvelles relations entre les composantes qui entrent en jeu dans la « triple hélice » en sont encore à prendre forme, mais des tendances claires se dégagent d'ores et déjà. On se concentrera d'abord sur la domination exercée par le secteur privé en ce qui concerne le financement de la DIRD, puis sur les nouveaux mécanismes d'interaction entre les composantes. Enfin, on examinera le nouvel équilibre qui régit des questions aussi essentielles que la propriété intellectuelle, avant d'étudier ses conséquences sur le rôle des gouvernements.

Financement de la R & D : une domination de plus en plus marquée de l'industrie

Que le secteur privé joue un rôle important, cela est attesté par le fait qu'il se taille la part du lion dans le financement des activités de R & D des pays développés. Pour tous les pays ou régions aspirant à jouer un rôle au sein des sociétés du savoir qui se dessinent aujourd'hui, c'est désormais un phénomène inéluctable auquel on ne peut faire face en se contentant de puiser dans les caisses publiques pour mettre des fonds à la disposition de la R & D. Il est impératif que le secteur privé joue un rôle de premier plan, qu'il n'est plus possible de stimuler artificiellement au moyen de subventions gouvernementales massives. Les chapitres suivants du présent *Rapport de l'UNESCO sur la science* en apportent la confirmation éclatante.

Aux États-Unis d'Amérique, l'industrie en est venue à dominer les activités de R & D. En termes réels, entre 1953 et 2000, le volume des activités de R & D exécutées par l'industrie a été multiplié par dix, passant de 3,6 milliards de dollars en 1953 (18,9 milliards de dollars aux prix de 1996) à 199,6 milliards en 2000 (186,7 milliards de dollars aux prix de 1996).

Qui plus est, si les subventions gouvernementales finançaient 40 % de la R & D industrielle aux États-Unis d'Amérique en 1953, elles étaient retombées à juste 10 % en 2000 (voir tableau 2 dans le chapitre consacré aux États-Unis d'Amérique). En 2000, l'industrie a financé 66 % et exécuté 72 % de la R & D aux États-Unis d'Amérique.

Il en va de même dans d'autres grands pays membres de l'OCDE. Au Japon, au Royaume-Uni, en Allemagne et en France, par exemple, l'industrie a exécuté plus de 63 % de l'ensemble des activités de R & D et fourni entre 54 % (France) et 69 % (Japon) de leur financement. Le Royaume-Uni semble échapper à la règle, puisque l'industrie y finance tout juste 46 % de la R & D totale. L'explication de cette anomalie réside dans le fait que 18 % des fonds viennent de l'étranger (dans une large mesure, d'entreprises).

Il n'en demeure pas moins que la moyenne enregistrée pour les 15 États membres de l'UE (56 % en 2001) est bien inférieure aux chiffres des États-Unis d'Amérique ou du Japon. C'est maintenant une cause de grave préoccupation au sein de l'UE, et nombreux sont ceux qui y voient la conséquence d'un manque de vitalité et d'opportunités perçues comme telles. En

2002, l'UE s'est fixé pour cible de consacrer 3 % du PIB à la R & D d'ici à 2010, dont deux tiers provenant de l'industrie privée. Cela est logique, car le volume de la R & D financée par les deniers publics ne dépasse 1 % du PIB dans aucun pays du monde. Cependant, au sein de l'UE, la part de l'industrie représente 1 % à peine de la moyenne de 1,81 % du PIB dépensée pour la R & D par les États membres. Il incombe donc à l'industrie de contribuer davantage aux dépenses de R & D. C'est le modèle préconisé par les pays qui ont déjà dépassé l'objectif fixé par l'UE, tels que la Suède et la Finlande ou, à l'extérieur de l'UE, la Suisse.

À cet égard, il est intéressant de noter que l'industrie contribue pour plus de 50 % à la DIRD en Turquie, en Bulgarie et en Roumanie.

En dehors du Japon, seuls trois pays ou territoires d'Asie consacrent plus de 2 % du PIB à la R & D : Singapour, la République de Corée et Taiwan de Chine. La part de l'industrie atteint 50 % à Singapour, 63 % à Taiwan de Chine et 74 % en Corée (données de l'OCDE pour 2003 ou la dernière année sur laquelle des données sont disponibles). En Chine, les industries d'État et les industries privées prises ensemble exécutent 61 % de la R & D.

L'industrie n'exécute que 23 % de la R & D en Inde. Pour que ce pays, où la DIRD dépasse à peine 1 % du PIB aujourd'hui, ait une chance d'atteindre l'objectif déclaré de 2 % du PIB, il est impératif que l'industrie parvienne à accroître son rôle à cet égard dans les années à venir.

L'exécution d'activités de R & D par le secteur privé en Inde peut être comparée à celle des géants de l'Amérique latine que sont le Brésil (33 %) et le Mexique (30 %) ; cependant, les estimations concernant les autres pays d'Amérique latine sont nettement inférieures.

À l'autre extrême, on trouve l'Afrique, où l'industrie ne joue qu'un rôle très mineur, excepté en Afrique du Sud. Il en va de même dans les États arabes d'Asie.

Jusqu'à maintenant, nous avons examiné la contribution de l'industrie à la DIRD nationale. Mais qu'en est-il du rôle qu'elle peut jouer en finançant partiellement la recherche universitaire pour compenser, comme certains le voudraient, la faiblesse de ses efforts sur le plan de la recherche fondamentale ? Ici, l'optimisme n'est pas de mise. Ce ne sont pas les entreprises qui tailleront la part du lion dans le financement de la recherche universitaire. Il est remarquable que 60 % de l'ensemble des

recherches universitaires menées aux États-Unis d'Amérique sont financées par le gouvernement fédéral, en grande partie par l'intermédiaire de cinq grandes institutions (voir le chapitre sur les États-Unis d'Amérique). Entre 6 % et 7 % de ces recherches prennent la forme de contrats industriels, un volume équivalent est financé par des contributions des États et le reste l'est par les revenus propres des universités (qui peuvent bien sûr inclure des dons d'entreprises ou, plus généralement, du monde des affaires). C'est là un phénomène remarquable qui va à rebours des croyances et des espoirs chers à nombre de gouvernements en manque de liquidités ou de responsables d'université empressés.

De l'isolement à l'interaction

Dans le monde entier, les entreprises ont réduit, progressivement mais très nettement, leurs investissements dans le développement de la science. Rares sont celles dont les laboratoires exercent encore dans le domaine scientifique la suprématie dont jouissait, par exemple, à leur apogée, les Bell Labs aux États-Unis d'Amérique. Les laboratoires Bell ont inventé les premiers transistors (entre 1947 et 1952) et comptent 11 prix Nobel parmi leurs anciens employés. Aujourd'hui, plus de 90 % de leurs scientifiques et de leurs ingénieurs travaillent pour les besoins de sociétés de services, et l'entreprise ne poursuit plus qu'un programme réduit de recherches à long terme dans les domaines des réseaux optiques sans fil, de l'Internet, des communications multimédias, de la physique et des mathématiques.

Cette évolution comporte un deuxième aspect : les laboratoires d'entreprise fonctionnent de moins en moins en circuit fermé. Ils doivent se concentrer sur ce qui est leur activité de base mais en même temps suivre ce qui se passe dans un nombre de plus en plus grand de domaines présentant un intérêt potentiel. La bionanoélectronique, par exemple, illustre bien le caractère indissociable des avancées scientifiques et, partant, la nécessité de ne pas se cantonner dans un domaine trop étroit. En outre, les entreprises cherchent à tirer profit de savoirs qu'elles ont générés dans des secteurs autres que leur métier de base, sans prendre elles-mêmes une position en flèche dans ces secteurs.

Les solutions qu'elles ont élaborées ont conduit les entreprises à admettre que, même dans le contexte de la mondialisation, les effets de proximité — la capacité d'entretenir des relations de réciprocité avec des entreprises, des universités

et des instituts proches — n'ont rien perdu de leur importance, comme les économistes l'ont établi de façon incontestable. Elles s'efforcent donc de conclure un nombre sans cesse croissant d'alliances avec des concurrents et des fournisseurs pour travailler sur des sujets de recherche préconcurrentielle ou avec des entreprises occupant des créneaux commerciaux différents afin d'ouvrir de nouveaux segments de marché à l'interface de leur propre spécialisation.

Les entreprises s'emploient également à établir un vaste réseau de relations avec les milieux universitaires, car, si le secteur privé joue un moindre rôle dans le développement scientifique, il ne méconnaît pas pour autant la valeur de la science ou des liens avec l'université. Bien au contraire, les entreprises tiennent la science pour utile, ont la plus haute estime pour la performance des universités dans les domaines où elles excellent : l'éducation et la recherche de pointe, et sont désireuses d'entretenir avec elles des rapports étroits.

Certaines entreprises créent autour de leurs laboratoires de recherche des « campus ouverts » où elles invitent à s'installer non seulement d'autres sociétés de R & D, mais aussi des instituts et des équipes de recherche publique avec lesquels elles escomptent nouer des relations réciproques débouchant sur d'autres innovations. Le High Tech Campus d'Eindhoven, aux Pays-Bas, constitué autour du laboratoire de recherche de Philips, en est un exemple.

On voit peu à peu se constituer au sein des pays des pôles régionaux, dont l'un des précurseurs est la Route 128 dans la région de Boston, aux États-Unis d'Amérique. On connaît probablement mieux aujourd'hui la Silicon Valley, exemple désormais fameux de ce type d'espace industriel aux États-Unis d'Amérique. Il en est d'autres plus récents, comme la ville de Grenoble dans le sud de la France et la baie de San Francisco aux États-Unis d'Amérique.

Le Japon, on le verra dans la suite du présent rapport, a décidé de procéder à une réforme ambitieuse de sa politique scientifique pour s'adapter à cette nouvelle donne, en mettant en place des technopoles, des pôles régionaux et des bureaux de délivrance de licences technologiques dans les universités, et compte créer 1 100 jeunes entreprises en l'espace de trois ans. L'Inde, quant à elle, s'est dotée de 3 pôles de biotechnologie (Hyderabad, Bangalore et Delhi).

Tous ces développements démontrent la validité des arguments avancés dans ce qui demeure, six ans après sa

publication, l'ultime référence en matière d'analyse de l'importance de la recherche fondamentale universitaire dans le cycle de la science : *The Economic Benefits of Publicly Funded Basic Research : a Critical Review*, de Salter et Martin (1999). La recherche fondamentale universitaire ouvre à la technologie de nouvelles possibilités, elle est source de nouvelles interactions, de nouveaux réseaux, de nouvelles pistes technologiques et, partant, de diversité technologique croissante. Elle permet également d'acquérir les savoir-faire nécessaires pour mettre les connaissances en pratique, être mieux à même de résoudre des problèmes techniques complexes ; elle donne enfin accès à l'ensemble du savoir mondial.

La coopération université-industrie : questions de principe

Le resserrement des liens entre les entreprises, les universités et les instituts de recherche a contribué à mettre sur le devant de la scène un certain nombre de questions capitales touchant l'essence même des responsabilités du secteur public. Ces questions résultent en partie du repositionnement mutuel des entreprises et des universités. Alors que les célèbres laboratoires de recherche industrielle du passé faisaient en un sens partie du monde universitaire, la question est à présent de savoir si ce dernier ne s'apparente pas trop désormais à un département de l'industrie. La course après les résultats de recherche brevetables ou les revenus d'essais cliniques, par exemple, a entraîné bon nombre d'universitaires, sinon de départements entiers, sur des campus de toutes les régions du monde, dans une zone grise où des valeurs telles que l'indépendance, l'intégrité, la collaboration, l'ouverture et la disponibilité publique des résultats obtenus par les fonds publics sont en péril.

Peut-être conviendrait-il de voir dans les débats suscités par ces questions la preuve que le monde universitaire, l'industrie et les pouvoirs publics sont en train d'essayer d'instaurer un nouvel équilibre dans lequel, d'une part, les valeurs propres aux activités universitaires seraient préservées et, d'autre part, la valeur des résultats de recherche (qui n'est plus simplement intellectuelle ou culturelle, mais aussi économique ou sociétale) serait reconnue de manière plus explicite.

Ces tentatives d'instauration d'un nouvel équilibre englobent différents volets. L'un a trait au rôle des universités. Alors que, au stade de la constitution des capacités scientifiques

et technologiques nationales, on peut difficilement éviter la recherche à court terme, axée sur les applications, il est incontestable que, dans les systèmes plus mûrs, cette activité devrait être laissée aux instituts spécialisés ou à l'industrie. Un autre aspect est celui des codes de conduite dans des situations telles que, par exemple, celle de l'universitaire qui est en même temps entrepreneur.

Des enjeux beaucoup plus vastes ont trait au système mondial de brevetage. Il est de plus en plus admis que le système des brevets actuel et les dispositions relevant de l'Accord sur les aspects des droits de propriété intellectuelle qui touchent au commerce (ADPIC) ne peuvent apporter une réponse suffisante et équitable à des problèmes comme celui de la brevetabilité des gènes et des ressources naturelles. Le combat mené par l'Inde pour modifier les règles du régime des brevets (voir le chapitre sur l'Asie du Sud) en est une illustration.

Cela étant, on assiste également à l'apparition d'un éventail beaucoup plus riche de modalités propres à rendre disponibles des solutions abordables pour la lutte contre les maladies infectieuses dont le monde en développement est affligé. Les stratégies de lutte contre le VIH/sida en sont un exemple, mais également les nouveaux accords public-privé tels que celui qui a été conclu entre l'Université de Californie à Berkeley (États-Unis d'Amérique), One World Health et la Fondation Melissa et Bill Gates. Ces trois partenaires collaborent à la production d'une version génétiquement modifiée de l'un des médicaments les plus efficaces contre le paludisme, comme le rapportait Bennett Davies en 2005 dans *The Scientist*. Ce cas représente une combinaison nouvelle où l'on trouve des licences exemptées de redevances d'une université, un laboratoire pharmaceutique privé à but non lucratif et une fondation caritative.

Dans le même ordre d'idées, nul n'oublie la controverse suscitée il y a quelques années par le projet sur le génome humain, lorsqu'il était question de commercialiser ce projet de séquençement du génome. Au moment critique, le Wellcome Trust, organisation caritative du Royaume-Uni, s'est associé au gouvernement des États-Unis d'Amérique et a procédé à une augmentation massive de son investissement dans le projet, afin que son propre Institut Sanger puisse décoder un tiers des 3 milliards de lettres qui constituent le « code de la vie ». Aujourd'hui, tous les chercheurs du monde peuvent accéder

librement aux séquences achevées. Tout en reconnaissant la contribution importante de ce consortium privé qui participait au séquençement du génome humain, pratiquement tout le monde a poussé un grand soupir de soulagement lorsque la totalité des données obtenues dans le cadre de ce projet ont été mises à la disposition du public. Ce danger évité de justesse montre clairement qu'il faut fixer des limites à ce que des entreprises privées peuvent faire si elles ne donnent pas des garanties que les résultats de leurs recherches seront librement disponibles et utilisables.

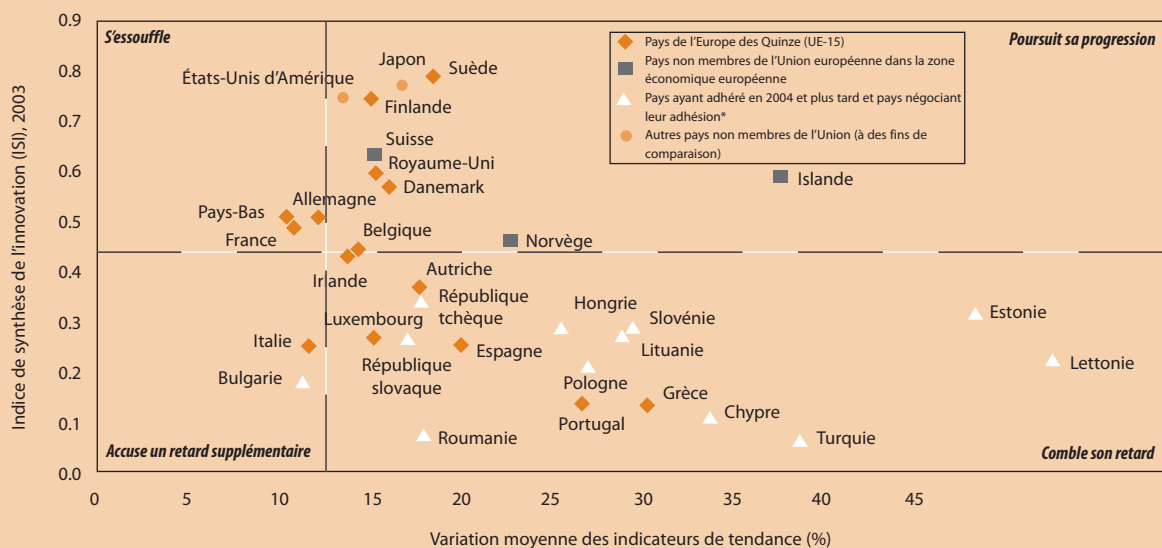
De nouveaux rôles pour l'État

La contribution prépondérante de l'industrie privée à la DIRD dans toutes les grandes économies du savoir oblige les gouvernements à créer un climat qui incitera ladite industrie à investir dans la technologie et le développement. Il est donc très important pour eux d'améliorer la transparence des marchés, d'établir des régimes solides de protection de la propriété intellectuelle, de favoriser la stabilité et de créer des marchés

financiers où règnent la confiance et l'ouverture, plutôt que la corruption et le clientélisme. Les gouvernements devraient bien entendu continuer d'investir dans la science fondamentale et l'infrastructure de la recherche, ainsi que dans une éducation de qualité, quelle que soit la manière dont cette dernière est financée, sujet que nous n'aborderons pas ici.

Une question intéressante se pose toutefois dans les pays où les entreprises privées sont fortement encouragées à prendre la tête de l'effort de recherche-développement national : qu'en est-il alors des politiques industrielles de l'État ? Les réponses sont complexes. À l'avenir, les pays continueront de passer par les étapes normales du développement industriel, déterminées à la fois par les atouts naturels dont ils disposent et par des avantages comparatifs de nature plus générale. Cependant, l'omniprésence des TIC offre aujourd'hui des possibilités qui raccourcissent ce cycle naturel et permettent aux pays de sauter des étapes. La mondialisation et l'ouverture croissante du commerce mondial, conjuguées à la nécessité qui en découle pour les gouvernements d'assurer la souplesse

Figure 5
TENDANCE DE L'INNOVATION DANS L'UNION EUROPÉENNE (UE 25), 2000-2003
Les pays non membres de l'Union sont inclus aux fins de comparaison



* Non compris Malte, pour laquelle les données ne sont pas disponibles.
Source : <http://trendchart.cordis.lu/scoreboard/2003/index.html>. (Traduit de l'anglais.)

de l'économie, rendront beaucoup plus difficile à l'avenir le maintien de ces politiques industrielles, sauf dans de petits pays comme Singapour, qui se trouvent être au carrefour du commerce mondial ou des flux financiers, ou dans les grands pays comme les États-Unis d'Amérique, qui tiennent à maintenir leur domination sur le reste du monde s'agissant des industries de l'espace ou de la défense.

La figure 7, dans le chapitre sur le Japon, qui illustre les profils scientifiques du Japon, des États-Unis d'Amérique et de l'Union européenne (la triade), est très instructive à cet égard. Elle montre que le Japon fait porter son effort sur la physique et la science des matériaux tandis que les Américains privilégient les sciences de la Terre et de l'espace. Mais l'aspect le plus intéressant de ces profils scientifiques demeure la grande importance que les États-Unis d'Amérique attachent aux sciences médicales et de la vie par opposition à une indifférence quasi totale à l'égard de la physique et des sciences des matériaux et de la chimie, d'où l'importance de mettre en place des conditions flexibles et des systèmes d'incitation solides poussant à développer des domaines nouveaux, en l'occurrence les sciences médicales et de la vie.

Le chapitre sur les États-Unis d'Amérique conduit à une observation qui illustre tout aussi bien la nature omniprésente et le potentiel des TIC. Il y est mentionné que les industries de service dans ce pays sont probablement à plus forte intensité de R & D que les industries manufacturières, même s'il est beaucoup plus difficile d'y repérer les sources d'innovation. Cette observation souligne cependant la nécessité de sociétés en réseau très soudées parce que l'interaction revêt une importance fondamentale. La « triple hélice » est devenue une condition essentielle.

Mesurer l'innovation

L'innovation étant au cœur de la « triple hélice », on tente de plus en plus de mettre en évidence non seulement les apports à la S & T et les résultats de la recherche, mais l'innovation elle-même, en tant que mécanisme permettant à la science et à la technologie de « produire ». Ce souci de mesurer l'innovation apparaît, par exemple, dans l'Union européenne, qui utilise aujourd'hui un indice de synthèse de l'innovation (ISI). Cet indice est composé de divers indicateurs qui mesurent : les ressources humaines (notamment les nouveaux diplômés en

sciences et en sciences de l'ingénieur, l'investissement dans la formation tout au long de la vie et l'emploi dans les secteurs de haute technologie) ; la création de nouvelles connaissances (reflétées, par exemple, dans les dépenses de R & D et les demandes de brevets) ; la transmission et la mise en œuvre du savoir (par exemple, le nombre de petites et de moyennes entreprises qui innove) ; et le financement, la production et les marchés de l'innovation (notamment, l'apport de capital-risque et la contribution de la haute technologie dans les industries manufacturières).

Si nous totalisons les variations annuelles moyennes de chaque indicateur au cours des trois dernières années, nous obtenons un tableau dynamique des performances des pays en matière d'innovation et donc la tendance. La figure 5 illustre les performances des 25 membres de l'Union européenne et de certains autres pays, dont les États-Unis d'Amérique et le Japon.

Il ne sert manifestement pas à grand-chose pour le moment de classer la plupart des pays d'autres régions du monde selon ces indicateurs, mais ces pays devraient eux aussi avoir présent à l'esprit qu'à long terme ils devront, pour se rapprocher des sociétés plus développées fondées sur le savoir, choisir les options de développement dont ce graphique est l'illustration. Une société du savoir a besoin d'un cadre institutionnel différent de celui des sociétés traditionnelles ou des sociétés industrielles de ces cinquante dernières années, en ce sens que le secteur privé est appelé à y jouer un rôle plus important. Cela ne signifie toutefois pas que la place des établissements d'enseignement et de recherche, qu'ils soient publics ou privés, doive diminuer, ni que le rôle des pouvoirs publics doive décroître.

Importance d'une vision nationale

Dans les pays développés comme dans les pays en développement, les pouvoirs publics doivent avoir une vision claire et à long terme du rôle des diverses composantes d'un système combinant science, technologie et innovation : entreprises privées, universités, instituts publics, mais aussi mécanismes concourant au transfert des technologies ou au contrôle de qualité et de sécurité. Les pouvoirs publics doivent également avoir une idée claire de ce qu'il faut faire pour stimuler le développement de ces parties prenantes et les interactions entre elles.

Prenons un exemple assez peu connu, celui de la Roumanie. Fortement motivée par la perspective imminente de son entrée dans l'Union européenne (en 2007), la Roumanie s'est donné six objectifs stratégiques clairs, allant de l'augmentation de la DIRD et de l'encouragement de la R & D industrielle jusqu'aux réformes institutionnelles (voir le chapitre sur l'Europe du Sud-Est). Pour leur part, les pays en développement se heurtent à trois dangers, qu'ils auront du mal à éviter en l'absence d'objectifs stratégiques clairement définis. Dans son évocation de « l'Afrique médiane », le chapitre sur l'Afrique dépeint les dangers d'un système orienté vers le marché. Il ne s'agit pas là d'un marché formé par des entreprises nationales innovantes, mais d'un marché où les bailleurs de fonds internationaux, les programmes d'aide ou les sociétés multinationales sont pour les chercheurs une puissante source d'incitation avec laquelle ne saurait rivaliser un système national de S & T incapable de proposer des carrières, du matériel moderne, des normes professionnelles et une vision qui place le pays aux commandes de son propre développement.

Dans nombre d'États arabes, on constate un autre danger, qui ressort du chapitre sur la région arabe, à savoir que le principal apport technologique y vient d'investissements clés en main effectués par de grosses sociétés étrangères ou des firmes internationales d'ingénieurs-conseils. Les technologies sur lesquelles s'appuie le secteur productif ne sont nullement ancrées dans le propre système de S & T du pays.

Même quand il existe un système de S & T beaucoup plus développé, comme dans les pays d'Amérique latine, il faut faire très attention avant de s'engager dans une collaboration internationale. Celle-ci ne doit pas seulement être source de transferts de technologies, mais contribuer aussi à renforcer les capacités. Les pouvoirs publics doivent avoir une idée des structures institutionnelles nécessaires, et définir leurs politiques en conséquence, y compris celles qui gouvernent la coopération internationale et l'intervention des donateurs internationaux.

Les tensions au sein du système universitaire

Les tensions générées par la constitution d'un vigoureux système de S & T dans les pays en développement se reflètent souvent dans le système universitaire. On en trouvera de multiples exemples dans les divers chapitres du présent *Rapport sur la science*.

Dans de nombreux pays en développement, plusieurs facteurs sont à l'œuvre. Presque partout, une explosion du système d'enseignement supérieur est imminente, quand elle n'a pas déjà eu lieu. Comme le nombre de diplômés dépasse les besoins locaux, on se retrouve avec une masse de personnes qualifiées qui sont au chômage ou sous-employées. De plus, la plupart des diplômés ont fait des études de gestion ou des études commerciales ou étudié les lettres et les sciences humaines, voire parfois les sciences pures, mais rarement les sciences appliquées. Cette situation de sureffectif entraîne un exode massif des diplômés, et donc une « fuite des cerveaux » non négligeable. Toutes sortes d'universités neuves, souvent privées, sont apparues, d'ordinaire orientées vers les disciplines « à la mode ».

Les 3 400 nouvelles universités privées que compte la Russie peuvent servir d'exemple dissuasif de ce qui, faute de politiques et de réglementation, risque de se passer également dans des pays qui ne font pas partie du monde en développement. À l'exception de quelques universités, souvent privées et de dimensions réduites, les normes de qualité sont insuffisantes et il n'y a pas de politiques de carrière fondées sur les résultats obtenus. Il n'y a guère non plus d'incitations à la collaboration et au partage des équipements ni à la concentration. S'ils travaillent dans l'isolement, même les chercheurs les plus qualifiés ne tarderont malheureusement pas à perdre leur avance scientifique, faute de pouvoir se tenir au courant des progrès de la science moderne.

Les gouvernements doivent absolument adopter des politiques claires s'ils veulent inverser une tendance qui n'est désormais que trop générale. En l'absence d'une politique qui précise comment les universités publiques et privées peuvent coopérer à la constitution d'un secteur de l'enseignement supérieur florissant, on aura une université publique nationale surdimensionnée et un grand nombre d'universités privées médiocres.

Universités et mondialisation

Ce n'est pas seulement dans les pays en développement que les universités subissent de fortes pressions les incitant à s'adapter à un environnement nouveau. La mondialisation se fait partout sentir, et avec elle les nouvelles exigences en matière d'enseignement et de recherche, telles que la nécessité de l'interdisciplinarité.

Nous nous concentrerons ici sur la mondialisation. L'attention accordée en 2004 au classement des universités mondiales par l'Université Jiao Tong de Shanghai est probablement la meilleure illustration qui puisse être donnée de la mondialisation. D'une part, parce que ce classement ne vient pas d'une revue ou d'une université occidentale traditionnelle et, d'autre part, parce qu'il fait figurer dans le tableau des universités d'Asie et d'Océanie. La présence d'établissements d'enseignement supérieur de haut niveau montre bien la position éminente que la Chine, l'Inde et les pays nouvellement industrialisés d'Asie entendent petit à petit occuper dans la production scientifique et technologique. Il ne fait aucun doute que ces établissements ont aussi beaucoup contribué à donner à ces pays la place importante qui est désormais la leur. Les instituts de technologie indiens (voir le chapitre sur l'Asie du Sud) en offrent un exemple éloquent, puisque leurs étudiants sont de ceux que les meilleures universités américaines se disputent. La mobilité des étudiants et du personnel obligera les universités du monde entier à se montrer plus compétitives. De façon inévitable, des universités qui restent encore très tenues par les réglementations nationales et les modes de financement devront devenir beaucoup plus autonomes. Elles devront aussi adopter des régimes beaucoup plus transparents de reddition de comptes, vis-à-vis de leurs sources de financement et en ce qui concerne les procédures d'agrément.

Autre tâche inévitable que les universités choisissent souvent d'éviter : il faut qu'elles définissent de façon réaliste ce qu'elles entendent être. Même si elles n'ont pas nécessairement à imiter le système américain, elles ne peuvent qu'être frappées par ce qui est à l'origine de son dynamisme. L'un des points forts de ce système, c'est sa différenciation en termes de missions et de qualité. Les pays de l'Union européenne, tout comme les pays européens non membres de l'Union, sont désormais en train de passer à un système homogène licence-maîtrise-doctorat. Or, on voit mal comment le système universitaire européen peut se maintenir si l'on s'en tient à la tradition selon laquelle chaque université exécute un important volume de recherche, même si l'on étend cette activité aux instituts d'enseignement supérieur professionnel. Aux États-Unis d'Amérique, sur 3 400 établissements supérieurs diplômants, 127 seulement sont des universités de recherche qui confèrent des doctorats. L'Allemagne à elle seule compte quelque 120 universités, qui revendiquent toutes une part du gâteau

de la recherche, sans compter les universités professionnelles (*Fachhochschulen*) et les universités consacrées aux arts (*Kunst-und Musikhochschulen*).

Au Royaume-Uni, le gouvernement est favorable à la concentration de la recherche, mais la Chambre des communes a proposé un plan pour régionaliser celle-ci. L'Allemagne et, tout récemment, la France se sont aperçues que d'importants organismes de recherche fondamentale extérieurs au système universitaire pouvaient faire un travail remarquable, mais qu'il valait mieux, pour la vitalité du pays, tisser des liens plus serrés avec les universités. La récente tentative du gouvernement allemand pour créer des « universités d'élite » a largement échoué et été finalement remplacée par la constitution d'un mécanisme de financement de programmes d'excellence. De même, il reste à voir si le programme de centres d'excellence japonais (voir le chapitre sur le Japon) aboutira à plus de différenciation et de concentration.

Cependant, la différenciation n'est pas le seul trait de l'enseignement supérieur par lequel le système américain se distingue du système européen. Jusqu'à présent, en Europe, à l'exception du Royaume-Uni, la société avait tendance à estimer qu'un diplôme de type licence sanctionnant deux ou trois années d'études supérieures n'était pas vraiment un diplôme universitaire. C'était d'ailleurs aussi — fait intéressant — ce que pensaient les employeurs. Cette attitude est à la fois intenable et injustifiée sur le plan du marché du travail et de l'intégration des citoyens dans une société du savoir. Reste à savoir si l'introduction officielle par l'Union européenne de diplômes de licence et de maîtrise pour tous les pays d'Europe, afin de constituer un Espace paneuropéen de l'enseignement supérieur homogène d'ici à 2010, pourra conduire le système à trouver un nouvel équilibre.

Le fait d'avoir un ou plusieurs conseils professionnels de la recherche qui distribuent des bourses en fonction du mérite peut favoriser considérablement la vitalité du système universitaire et contribuer à en renforcer la qualité, la différenciation et la concentration. Les divers chapitres qui suivent montrent que cette leçon commence à être assimilée. La Chine, la Fédération de Russie, le Japon, le Mexique et l'Afrique du Sud ont tous créé des organismes d'attribution de bourses au mérite. Dans de nombreux autres pays où de tels mécanismes sont en place mais où ils ont pâti des ingérences politiques et du népotisme, il est cependant de

mieux en mieux admis qu'il faut des réformes. Même en Europe, il semble y avoir accord sur la nécessité d'un conseil européen de la recherche pour renforcer la base scientifique du continent. Ce conseil constituerait une force d'attraction uniforme pour les meilleurs scientifiques, qui ne seraient pas gênés par les restrictions qu'imposent inévitablement les systèmes nationaux ou l'environnement focalisé des programmes-cadres de R & D de l'Union européenne.

CONCLUSION

En résumé, nous avons abordé un grand nombre de problèmes généraux importants dans ce tour d'horizon sur l'état de la science dans le monde. Nous avons vu comment les acteurs repositionnaient leurs systèmes de recherche scientifique et technique et d'innovation pour faire face aux réalités nouvelles.

Cependant, s'il fallait privilégier une question particulière, ce serait sans doute celle qui préoccupe le plus les décideurs dans de vastes parties du monde, à savoir le problème quasi insoluble de l'exode des compétences. S'il est un facteur qui doit inciter les pouvoirs publics à renforcer les universités, à façonner un environnement favorable à l'entreprise privée, à supprimer les réglementations étouffantes et à édifier une société ouverte, c'est bien la fuite des cerveaux. En créant des conditions de nature à attirer du personnel hautement qualifié, les États peuvent inciter leur « capital humain » à rester chez lui ou à y revenir, pour contribuer au développement de son pays ou de sa région.

La science est de plus en plus tributaire de la collaboration internationale. De nos jours, des scientifiques peuvent participer à des recherches virtuelles avec des collaborateurs qui se trouvent aussi bien dans la pièce d'à côté que sur le continent voisin. Même si les chercheurs ont fini par se rendre compte des avantages qu'offrait la mondialisation — ou précisément pour ce motif —, les gouvernements peuvent leur donner de bonnes raisons de vouloir travailler depuis leur patrie.

RÉFÉRENCES ET LECTURES COMPLÉMENTAIRES

- Davies, B., 2005. Malaria, Science and Social Responsibility. *The Scientist*, 19, pp. 6, 42.
- Salter, A. J.; Martin, B. R. 1999. *The Economic Benefits of Publicly Funded Basic Research : a Critical Review*. SPRU electronic working papers, n° 34. Université du Sussex, Royaume-Uni, Science Policy Research Unit.
- Whitehead, A. N. 1932. *Science and the Modern World*. Cambridge, Royaume-Uni, Cambridge University Press.

Peter Tindemans est directeur de la société de conseil *Global Knowledge Strategies and Partnerships* des Pays-Bas. À ce titre, il travaille dans le domaine de la politique, de la science et de l'innovation, avec des services gouvernementaux, des organismes de recherche, des entreprises et des organisations internationales au Liban, à Bahreïn, au Mexique, en Ouganda et au Nigéria, et aussi en matière de politiques régionales de l'innovation aux Pays-Bas, en Allemagne et en Belgique. Il est, par ailleurs, membre de groupes d'évaluation internationaux tels que celui qui est chargé de superviser l'Initiative du Millénaire pour la science de la Banque mondiale et est président du *Dutch Met Office* ainsi que d'une équipe spéciale sur une stratégie européenne d'accès permanent aux données numériques et aux travaux concernant la mise en place d'une source européenne de spallation de neutrons qui serait la plus importante du monde.

Il a été rapporteur général à la Conférence mondiale sur la science organisée en 1999 par l'UNESCO et par le Conseil international pour la science et à une conférence gouvernementale sur les aliments génétiquement modifiés convoquée en 2000 par l'OCDE et le Royaume-Uni. Il a également été, avec Pierre Papon, coordonnateur du projet Europolis sur les politiques de la science et de la technologie pour l'Europe.

Au sein de l'administration néerlandaise, Peter Tindemans a eu la responsabilité des politiques de la recherche et de la science jusqu'en 1999 ; sa première réalisation importante a été la coordination du premier grand schéma directeur de la politique d'innovation du pays en 1979.

Peter Tindemans a présidé le Forum Mégascience de l'OCDE (1992-1999) et l'organe politique du projet COSINE (1987-1991) visant à établir à l'échelle de l'Europe une infrastructure informatique en réseau. En tant que membre du groupe de haut niveau d'Eureka jusqu'en 1991, il a participé à l'élaboration des programmes-cadres de l'Union européenne. Après avoir siégé au conseil d'administration d'Euroscience, ONG qui s'attache à promouvoir la science en Europe, il est actuellement membre du Comité directeur de l'Initiative pour la science en Europe (ISE).

Peter Tindemans est titulaire d'un doctorat (1975) en physique théorique de l'Université de Leyde (Pays-Bas).

Les États-Unis d'Amérique

J. THOMAS RATCHFORD et WILLIAM A. BLANPIED

La science et la technologie (S & T) ont connu une grande prospérité aux États-Unis d'Amérique dans les années 90. La dépense intérieure brute de recherche et développement (DIRD) y a avoisiné les 265 milliards de dollars en 2000, soit une hausse de 74 % (41 % en chiffres constants, c'est-à-dire compte tenu de l'inflation) en une décennie.

Depuis 2000, la progression n'a pas été aussi vigoureuse, comme les paragraphes qui suivent le montrent. En 2002, la DIRD américaine s'est élevée à environ 292 milliards de dollars aux États-Unis d'Amérique, l'industrie contribuant pour les deux tiers à ce montant et le gouvernement fédéral pour un peu plus du quart. Depuis 1980, année où la part de l'industrie dans le financement de la recherche et du développement (R & D) a dépassé celle du gouvernement fédéral, c'est l'industrie qui est devenue le principal bailleur de fonds de la R & D. Cependant, le rôle de l'État fédéral dans la mise en place d'un environnement général favorable à la science et à la technologie demeure essentiel. Le gouvernement est aussi l'unique soutien financier pour les technologies de défense et le principal pour la recherche fondamentale dans les collèges et universités des États-Unis d'Amérique.

L'augmentation des dépenses de R & D de l'industrie semble marquer le pas depuis 2000, d'où probablement une légère diminution en chiffres constants. Un resserrement des budgets est allé de pair avec l'importance croissante accordée à la gestion et à l'évaluation de la R & D, y compris le recours aux « cartes routières » technologiques, les « laboratoires », et aux outils d'innovation exploitables sur le Web. Parallèlement, l'Internet a grandement amélioré l'efficacité des échanges de données et des communications entre scientifiques et a stimulé le développement d'une littérature « grise » quasiment en temps réel dans différentes spécialités. Le gouvernement fédéral a rejoint le mouvement favorable à l'évaluation de la R & D en faisant usage dans les programmes de recherche des instruments prévus par le *Government Performance and Results Act* (GPRA) (loi sur l'efficacité et les résultats des activités gouvernementales).

Depuis 1980, les dépenses moyennes de l'État dans l'ensemble des domaines de la R & D a augmenté de 3,5 % par an, progression infime comparée aux pas de géant des dépenses de l'industrie. En dépit de ces augmentations, le soutien financier (en chiffres constants) apporté à la

plupart des disciplines de la science et de l'ingénierie a stagné pendant la plus grande partie de la dernière décennie, à la seule exception notable des biosciences. Des contributions généreuses en faveur de ces sciences ont permis de constantes avancées dans la recherche fondamentale et la création de nouveaux produits et processus industriels, ainsi qu'une meilleure efficacité dans le secteur des services. Les découvertes de pointe ont renouvelé le stock des connaissances fondamentales et ouvert la voie à de nouveaux développements sur le plan commercial.

L'opinion publique aux États-Unis d'Amérique est plus favorable à la science que celle d'autres pays (voir p. 44). Elle reste bien disposée envers les entreprises scientifiques, tout en s'interrogeant sur certaines applications de technologies spécifiques telles que l'ingénierie génétique. Les chefs de file de la communauté scientifique américaine jouissent dans le public de davantage de confiance qu'aucune autre institution, à l'exception du corps médical. Malgré cela, l'image publique du scientifique dans les médias et le monde du spectacle est souvent loin d'être flatteuse.

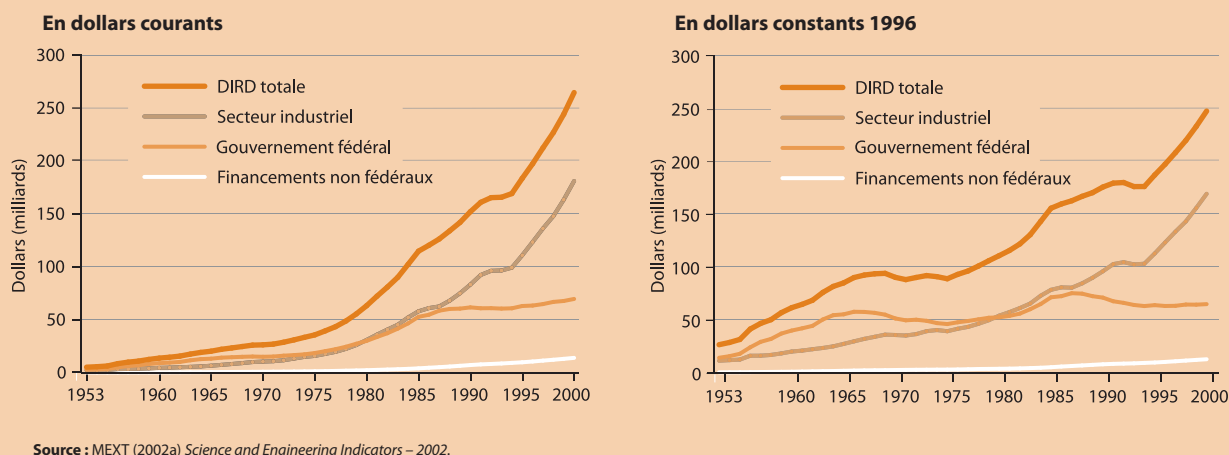
La préoccupation et la nervosité de l'opinion quant à l'emploi et à l'externalisation — rendue possible par un large usage des nouvelles technologies — ne sont pas non plus dépourvues de fondement. C'est en fait le signe qu'une plus grande attention doit être apportée à l'acquisition de nouvelles compétences en science et en ingénierie pour permettre aux profils professionnels d'évoluer avec le temps.

DÉPENSES ET TENDANCES EN MATIÈRE DE R & D

La figure 1 montre l'évolution de la DIRD totale entre 1953 et 2000, répartie par source de financement et exprimée en dollars courants et constants. La figure 2 présente la ventilation de la DIRD par source de financement en 2002.

Les États-Unis d'Amérique représentent environ 44 % des dépenses de R & D des pays de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) pris ensemble. En 2000, la DIRD des États-Unis d'Amérique, calculée selon la méthode de la parité de pouvoir d'achat, a été supérieure de 150 % à celle du Japon (deuxième pays pour l'importance des dépenses). Le rapport de la DIRD au produit intérieur brut (PIB) pour la même année était de 2,63 % pour les États-Unis d'Amérique et de 3,01 % pour le Japon.

Figure 1
DIRD AUX ÉTATS-UNIS, PAR SOURCE DE FINANCEMENT, 1953-2000



DÉCOUVERTES DE POINTE

Les scientifiques (dont nombre sont nés à l'étranger) travaillant dans des institutions américaines ont continué en 2003 à obtenir des résultats importants dans un large éventail de domaines scientifiques. Il s'est agi à la fois de résultats susceptibles de déboucher sur des applications commerciales et d'autres qui ont servi avant tout à approfondir la compréhension humaine de l'univers physique.

Dans son édition du 19 décembre 2003, *Science*, la prestigieuse revue de l'American Association for the Advancement of Science, a publié son rapport annuel sur l'« avancée de l'année ». Par consensus, la rédaction de la revue a vu le progrès scientifique le plus important de l'année dans la confirmation, par des observations indépendantes de trois équipes de chercheurs américains, du fait que la masse de l'univers serait composée à

Figure 2
DIRD AUX ÉTATS-UNIS, PAR SOURCE DE FINANCEMENT, 2002

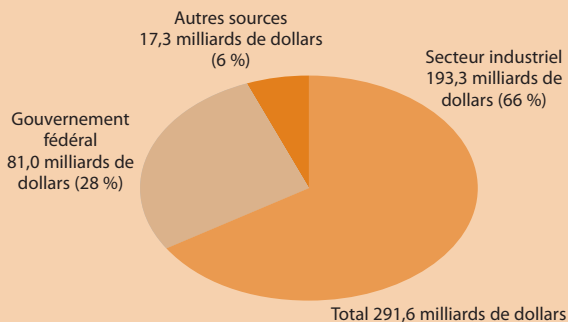
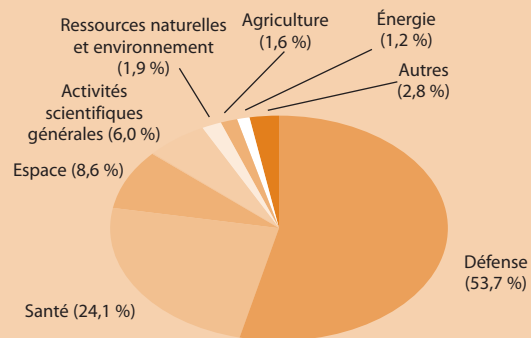


Figure 3
BUDGET FÉDÉRAL DE LA RECHERCHE AUX ÉTATS-UNIS, PAR FONCTION, 2003



73 % d'énergie dite noire (la matière ordinaire ne formerait que 4 % de la masse totale et les 23 % restants seraient composés de matière noire). Les trois séries de mesures qui ont conduit à cette conclusion ont été : la détermination de l'anisotropie du rayonnement micro-onde cosmique, qui a permis de recréer une image de l'univers alors qu'il n'avait que 400 000 ans ; l'observation de supernovae distantes ; l'observation d'amas galactiques. Les deux dernières séries d'observations ont également montré que l'univers était âgé, à quelques centaines de millions d'années près, de 13,7 milliards d'années.

On ne comprend pas bien la nature de l'énergie noire, dont on a soupçonné l'existence il y a seulement une dizaine d'années. Ce qui est certain, cependant, c'est qu'elle contrebalance la gravitation qui s'exerce entre les galaxies composées de matière ordinaire, entraînant une expansion de l'univers à un rythme qui s'accélère plutôt qu'il ne décélère, comme cela avait été autrefois suggéré. La domination de la matière noire pourrait, au bout du compte, conduire littéralement à l'explosion de galaxies, d'étoiles, de planètes, voire d'atomes eux-mêmes.

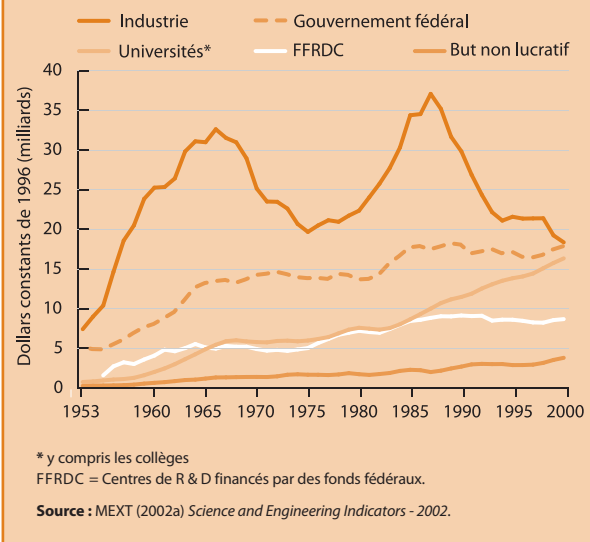
Dans la catégorie des « finalistes » pour l'« avancée 2003 », *Science* citait une étude de chercheurs américains, qui démontrait que des gènes connus pour provoquer la dépression ne sont activés que lorsqu'ils sont associés à un stress. Un autre candidat était honoré pour sa contribution à la compréhension du fondement génétique de la schizophrénie et du trouble bipolaire. Parmi les autres recherches retenues figuraient de nombreuses études qui, prises ensemble, permettaient d'avoir une vue plus précise des effets du réchauffement planétaire. Ces études portaient sur la fonte des glaces, la sécheresse, la diminution de la productivité des plantes et la modification du comportement des végétaux et des animaux.

LA R & D ET LE GOUVERNEMENT FÉDÉRAL Financement fédéral

Entre 1985 et 1995, les dépenses de R & D ont légèrement diminué (en dollars constants) et ne sont jamais reparties de l'avant depuis (figure 1).

La figure 3 indique, par fonction, la répartition des dépenses fédérales de R & D en 2003. Ces dépenses ont été consacrées environ pour moitié à la défense nationale et pour un quart à la santé. Les États-Unis d'Amérique sont le seul pays de l'OCDE à placer autant l'accent sur ces deux fonctions.

Figure 4
AIDE APPORTÉE PAR L'ÉTAT FÉDÉRAL À LA R & D AUX ÉTATS-UNIS, PAR SECTEUR D'ACTIVITÉ, 1953-2000



La figure 4 montre, par secteur d'activité, la répartition des crédits de recherche fédéraux sur la période 1953-2000. Propres aux États-Unis d'Amérique, les centres de recherche et de développement financés par des fonds fédéraux (FFRDC) sont administrés par un organisme non gouvernemental pour le compte du gouvernement fédéral.

Principales institutions apportant une aide à la R & D

Alors que, au sein du gouvernement fédéral, quelque 25 institutions investissent une partie de leur budget annuel dans la R & D, 6 d'entre elles représentent à elles seules bien plus de 90 % des dépenses fédérales de R & D pour l'exercice budgétaire 2003. Les crédits alloués par ces six ministères (« départements ») et organismes indépendants sont indiqués au tableau 1.

Ses 562 millions de dollars de crédits de R & D pour l'exercice 2003 n'ont pas suffi à conférer au Département de la sécurité intérieure, créé le 5 novembre 2002 à la suite des attentats terroristes du 11 septembre 2001, une place d'honneur parmi les ministères et organismes qui viennent en tête. Le budget R & D de ce nouveau département, lequel finance des programmes et des structures qui relevaient auparavant

Tableau 1
LES SIX PRINCIPALES INSTITUTIONS FÉDÉRALES
FINANÇANT LA R & D AUX ÉTATS-UNIS, 2003

Financement total de la R & D	Milliards de dollars
Département de la défense	58,6
Département de la santé et des services humains	27,6
Administration nationale pour l'aéronautique et l'espace (NASA)	11,0
Département de l'énergie	8,2
Fondation nationale pour la science (NSF)	3,9
Département de l'agriculture	2,2
Financement de la recherche fondamentale	
Département de la santé et des services humains	14,1
Fondation nationale pour la science (NSF)	3,4
Département de l'énergie	2,6
Administration nationale pour l'aéronautique et l'espace (NASA)	2,4
Département de la défense	1,4
Département de l'agriculture	0,9

de plusieurs autres institutions, représentait déjà, en 2003, environ 25 % de celui du Département de l'agriculture, ce qui donne à penser qu'il pourrait être conduit à jouer, dans les toutes prochaines années, un rôle important dans les activités de recherche exécutées ou aidées par des institutions fédérales. Par exemple, le budget demandé pour ce département en 2004 était de 835 millions de dollars, soit une augmentation de près de 50 % par rapport à l'exercice précédent.

R & D exécutée ou aidée par des organismes missionnés

À une exception près, tous les ministères et organismes indépendants du gouvernement fédéral qui exécutent ou soutiennent des activités de recherche le font dans le cadre des missions qui leur ont été assignées par le Congrès. La Fondation nationale pour la science (NSF) a, quant à elle, été mandatée par le Congrès, lors de sa création en 1950, pour « favoriser le progrès de la science » en soutenant la recherche en sciences et en ingénierie dans les universités, les collèges et d'autres établissements à but non lucratif, ainsi que l'enseignement des mathématiques, des sciences et des sciences de l'ingénieur à tous les niveaux.

Sur les 81 milliards de dollars que le gouvernement fédéral a dépensés pour la R & D en 2002, 21,6 milliards ont été consacrés à des laboratoires et à d'autres établissements administrés directement par un ministère ou un organisme fédéral. En outre, 10,5 milliards de dollars ont été alloués à 36 centres de R & D financés par des fonds fédéraux (souvent appelés laboratoires nationaux), qui sont administrés par des universités, des entreprises privées et des organismes à but non lucratif pour le compte et avec l'entier soutien du gouvernement fédéral. Sur ces 36 centres, 16 sont administrés par des universités, 4 par des entreprises et 16 par des organismes à but non lucratif.

Laboratoires nationaux soutenus par le Département de l'énergie

La majorité (16) des centres de R & D financés par des fonds fédéraux est financée par le Département de l'énergie et administrée pour son compte. En 2002, le Département de l'énergie a fourni 61 % des ressources financières totales de ces centres, leur consacrant environ 60 % de son budget de R & D. Les centres soutenus par ce département sont les laboratoires nationaux de Los Alamos, Livermore et Sandia, initialement créés pour mettre au point des armes nucléaires. Bien que les deux premiers soient administrés depuis le début par l'Université de Californie, le département a annoncé, en 2003, son intention d'ouvrir leur gestion par appel d'offres à d'autres contractants. En 2001, les dépenses consacrées à Sandia — qui est administré par une filiale de la société Lockheed Martin — se sont élevées à environ 1,60 milliard de dollars, montant le plus important dépensé pour un laboratoire national. Venait ensuite le Jet Propulsion Laboratory (1,36 milliard), financé par la NASA et administré par le California Institute of Technology, suivi de Los Alamos (1,33 milliard).

Parmi les laboratoires nationaux financés par le Département de l'énergie figurent plusieurs établissements qui ont pour fonction d'entretenir de vastes installations de recherche pour le compte de groupes d'utilisateurs universitaires. Ces installations sont notamment le laboratoire Ernest Orlando Lawrence de Berkeley, qui est administré par l'Université de Californie, et le laboratoire Fermi National Accelerator, géré par un consortium d'universités dénommé *Associated Universities, Inc.*

Autres soutiens financiers des laboratoires nationaux

Outre ceux qui sont soutenus par le Département de l'énergie, 9 centres sont financés par le Département de la défense, 5 autres par la NSF et 1 par la NASA, les instituts nationaux de santé (NIH), le Département des transports, l'Agence de régulation nucléaire, l'Agence nationale pour la sécurité et l'Internal Revenue Service.

LA R & D INDUSTRIELLE

Le début du ^{xxi}e siècle a été difficile pour la R & D industrielle aux États-Unis d'Amérique, car la récession est passée par là. En termes réels, une fois l'inflation prise en compte, les dépenses consacrées à la R & D par le secteur industriel américain ont culminé en 2000 pour diminuer depuis.

La seconde moitié du ^{xx}e siècle : une ère de prospérité

La seconde moitié du ^{xx}e siècle a été, pour la R & D industrielle aux États-Unis d'Amérique, une ère de prospérité. Entre

1953 — année où la NSF a publié son premier rapport annuel sur la R & D industrielle — et 2000, la R & D financée par les entreprises n'a cessé de croître. En 1953, par exemple, le secteur industriel avait effectué des recherches pour un montant d'environ 3,6 milliards de dollars, dont 1,4 milliard avait été financé par le gouvernement fédéral. En 2000, le volume total de la R & D exécutée par le secteur industriel a atteint 200 milliards de dollars, qu'il a, à 19 milliards près, financés lui-même. Cette évolution est illustrée au tableau 2.

Depuis la Seconde Guerre mondiale, la situation de la R & D américaine a beaucoup changé, passant d'une domination des dépenses fédérales à une influence prépondérante des financements d'origine industrielle. Il en est résulté un repositionnement fondamental des rôles du gouvernement et du secteur industriel. Si, dans le domaine de la recherche fondamentale, en particulier dans les universités, le gouvernement fédéral reste le principal bailleur de fonds, dans celui du développement, en revanche, le financement

Tableau 2
ÉVOLUTION DES FINANCEMENTS DE R & D RÉALISÉS PAR LE SECTEUR INDUSTRIEL AUX ÉTATS-UNIS, 1953-2001
Par source de financements, en dollars courants et constants (millions)

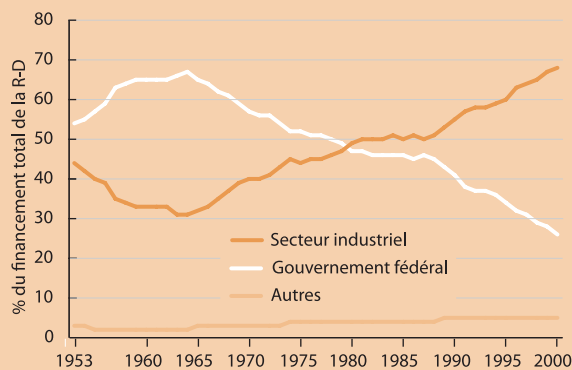
	Total R & D ¹		Fédéral ¹		Entreprise	
	Dollars courants	1996 dollars constants	Dollars courants	1996 dollars constants	Dollars courants	1996 dollars constants
1953	3-630	18-857	1-430	7-429	2-200	11-429
1958	8-389	38-766	4-759	21-992	3-630	16-774
1963	12-630	54-913	7-270	31-609	5-360	23-304
1968	17-429	66-270	8-560	32-548	8-869	33-722
1973	21-249	63-241	8-145	24-241	13-104	39-000
1978	33-304	69-052	11-189	23-199	22-115	45-853
1983	65-268	94-756	20-680	30-023	44-588	64-733
1988 ³	97-015	120-951	30-343	37-829	66-672	83-122
1993 ³	117-400	124-827	22-809	24-252	94-591	100-575
1998 ³	169-180	163-934	24-164	23-415	145-016	140-519
1999 ³	182-711	174-592	22-535	21-534	160-176	153-059
2000 ³	199-539	186-677	19-118	17-886	180-421	168-791
2001 ³	198-505	181-416	16-899	15-444	181-606	165-971

- À partir de 2001, les statistiques globales pour la totalité de la recherche industrielle et pour celle financée par l'État fédéral ne comprennent plus les données relatives aux centres de R & D financés par des fonds fédéraux.
- Dans le présent tableau, la R & D financée par les entreprises correspond aux activités de R & D industrielle menées dans des installations d'entreprises financées par toutes les sources à l'exception du gouvernement fédéral.
- Les statistiques relatives à la période commençant en 1988 ont été révisées depuis leur publication initiale. Pour une plus ample information, voir les notes techniques dans *Survey of Industrial Research and Development Methodology: 2001* à <http://www.nsf.gov/sbe/srs/sird/start.htm>.

Note : Pour convertir les dollars courants en dollars constants de 1996, on a utilisé les indices implicites de prix du produit intérieur brut (PIB).

Source : National Science Foundation (2001) *Survey of Industrial Research and Development: 2001*.

Figure 5
RÉPARTITION DES DÉPENSES DE RECHERCHE
NATIONALES DE R & D AUX ÉTATS-UNIS,
PAR SOURCE DE FINANCEMENT, 1953-2000



Source : MEXT (2002a) *Science and Engineering Indicators* – 2002.

industriel l'emporte largement sur le soutien public. Cela a contribué à un remarquable accroissement de l'intensité technologique sur le marché mondial, phénomène qui sera étudié plus en détail ci-après. La prédominance de l'industrie dans le financement de la R & D aux États-Unis d'Amérique est illustrée dans la figure 5, qui montre la part du secteur industriel dans les dépenses américaines de R & D depuis 1953.

Les États-Unis d'Amérique ne sont pas le seul pays à connaître une diminution relative du financement public de la R & D. Le soutien accordé à celle-ci par les pouvoirs publics, par comparaison avec celui qui est consenti par le secteur privé, est en recul dans tous les pays industrialisés, même s'il subsiste de grandes différences d'un pays à l'autre. La proportion, par exemple, des activités de R & D financées par l'État (dépenses de R & D militaire exclues) est tombée aux États-Unis d'Amérique de 33 % en 1980 à 15 % en 2002. Pendant la même période, en Allemagne, le financement public est passé de 40 % à 30 %.

Ce spectaculaire repositionnement de l'industrie en tant que principal bailleur de fonds de la recherche ne signifie pas que le quasi-centuplement, ces cinquante dernières années, du financement de la R & D par l'industrie se soit déroulé sans à-coups. Entre la fin des années 60 et 75, l'engouement de l'industrie pour le développement technologique a nettement faibli. La croissance en dollars constants a diminué en 1970,

1971 et 1975. Ensuite, jusqu'en 2000, la croissance a repris fortement, avec quelques légères hésitations en 1987 et 1993. Les effets de cette progression prolongée sur l'équilibre entre le financement public et le financement industriel de la R & D sont visibles dans la figure 1 ; les pauses apparaissent nettement dans la courbe en dollars constants.

Lent démarrage de la R & D industrielle au XXI^e siècle

Avec l'éclatement de la bulle boursière des années 90 et la survenue d'une nouvelle récession économique, la recherche industrielle a soudain connu un revers de fortune. En 2000, on a noté un accroissement vigoureux — mais non record — de 7 % (en dollars constants) des activités de R & D menées par le secteur industriel. Bien que l'on ne dispose depuis lors que d'estimations, il semble que le soutien à la R & D industrielle ait diminué de 3 % en 2001, de 4 % en 2002 et encore de 1 % en 2003. On notera que les pourcentages pour certaines années reflètent aussi le financement de la recherche en dollars constants. Le tableau 2 présente des données de la NSF allant jusqu'à 2001 ; les estimations pour 2002 et 2003 proviennent de la NSF et de l'Institut de la recherche industrielle (IRI).

Pour 2004, les prévisions ne sont pas encourageantes. Les prévisions annuelles de tendances concernant la R & D publiées par l'IRI en décembre 2003 (voir, par exemple, *Chemical and Engineering News*, 22 décembre 2003, p. 13) montrent que les entreprises qui envisagent de réduire leurs dépenses de R & D sont plus nombreuses que celles qui ont l'intention de les augmenter. Il est plus encourageant de noter que, parmi les participants à l'enquête, le nombre d'entreprises qui comptaient accroître leurs dépenses de R & D de plus de 5 % était plus élevé que l'année précédente. On s'attend également à voir s'intensifier les contacts avec les laboratoires fédéraux, la participation à des projets conjoints, la conclusion d'alliances en vue de travaux de R & D et la contribution de consortiums associant des universités et des entreprises industrielles.

Intensité technologique de la concurrence industrielle

Partout, les entreprises redoublent d'efforts pour vaincre la concurrence mondiale sur le plan des technologies. Cet effort déployé pour se maintenir et l'emporter dans le domaine technologique est souvent appelé « intensité technologique de l'entreprise industrielle ». Généralement mesuré par le rapport

entre dépenses de R & D et ventes nettes (une mesure plus précise serait la « valeur ajoutée » ou les ventes moins le coût des matériaux), ce ratio a considérablement augmenté au fil du temps. Il varie grandement d'une branche industrielle à l'autre.

Aux États-Unis d'Amérique, par exemple, il est inférieur à 0,5 % dans l'alimentation, la métallurgie primaire et la radiotélévision, mais dépasse 10 %, parfois largement, dans les équipements de communication, les logiciels informatiques et les services de

Tableau 3
FONDS CONSACRÉS AUX ACTIVITÉS DE R & D INDUSTRIELLE AUX ÉTATS-UNIS, PAR BRANCHE D'ACTIVITÉ, 2000 ET 2001
En pourcentage des ventes nettes des entreprises ayant réalisé des activités de R & D industrielle aux États-Unis d'Amérique

Branche d'activité	2000	2001*	Branche d'activité	2000	2001*
Distribution par branche d'activité			Distribution par branche d'activité		
Toutes branches d'activité	3,8	4,1	Toutes branches d'activité	3,8	4,1
Industries manufacturières	3,6	4,0	Industries non manufacturières	4,1	4,3
Produits alimentaires	(D)	0,5	Industries extractives et activités annexes	1,0	(D)
Boissons et produits à base de tabac	0,7	0,4	Production et distribution d'eau, d'électricité et de gaz	(D)	0,0
Textiles, habillement et cuir	(D)	(D)	Construction	(D)	1,4
Articles en bois	0,8	1,1	Commerce	5,3	6,2
Papier, imprimerie et activités auxiliaires	(D)	(D)	Transports et entreposage	(D)	2,5
Produits pétroliers et produits du charbon	(D)	(D)	Information	4,1	(D)
Produits chimiques	5,9	4,9	Publications	16,3	15,1
Produits chimiques de base	2,4	2,2	Journaux, périodiques, livres, bases de données	2,0	2,7
Résine, caoutchouc synthétique, fibres et filaments	5,6	(D)	Logiciels informatiques	20,5	19,4
Produits pharmaceutiques et médicaments	(D)	7,8	Radiodiffusion, télécommunications	0,5 (S)	(D)
Autres produits chimiques	(D)	(D)	Diffusion radiophonique/télévisée	(D)	1,1
Articles en matières plastiques et en caoutchouc	(D)	(D)	Télécommunications	(D)	(D)
Produits minéraux non métalliques	1,8	2,4	Autres activités de radiodiffusion/télécommunications	(D)	(D)
Métaux de base	0,5	0,7	Autres activités d'information	5,1	(D)
Fabrication d'ouvrages en métaux	1,4	1,7	Activités d'intermédiation financière, d'assurances et immobilières	1,2	(D)
Machines	3,9	4,3	Services professionnels, scientifiques et techniques	18,7	16,8
Matériel informatique et électronique	9,0	12,4	Architecture de génie et services connexes	10,8	7,5
Ordinateurs et équipements périphériques	6,5	(D)	Conception de systèmes informatiques et services connexes	12,3	17,4
Équipements de communication	9,9	17,0	R & D scientifique	42,9	47,7
Semi-conducteurs/autres composants électroniques	7,5	10,6	Autres services professionnels, scientifiques et techniques	6,6	2,4
Instruments de navigation, de mesures, électro-médicaux et de contrôle	12,0	12,6	Gestion de sociétés et d'entreprises	4,4	7,8
Autres matériels informatique et électronique	4,3	(D)	Services de soins de santé	3,2	4,2
Machines, appareils et composants électriques	(D)	3,1 (S)	Autres industries non manufacturières	1,0	1,5
Matériel de transport	4,0	4,2			
Véhicules automobiles, remorques et pièces	(D)	(D)			
Construction aérospatiale : appareils et pièces	7,3	5,7			
Autres matériels de transport	(D)	(D)			
Meubles et produits rattachés	0,8	0,9			
Industries diverses	8,7	6,6			
Instruments et fournitures médicaux	(D)	(D)			
Autres industries diverses	(D)	(D)			
Autres industries manufacturières	-	-			

* Depuis 2001, les statistiques relatives aux activités de R & D industrielle totales et financées par des fonds fédéraux ne comprennent pas les données concernant les centres de recherche et de développement financés par des fonds fédéraux (FFRDC).

(D) = Certaines données n'ont pas été divulguées afin d'éviter de révéler des informations sur les activités de certaines entreprises.

(S) = Estimations pour plus de 50 % des données.

(-) = Données non réunies.

Source : National Science Foundation (2001), *Survey of Industrial Research and Development : 2001*.

R & D scientifique. Le tableau 3 indique l'intensité technologique des industries américaines en 2000 et 2001.

Les chiffres du tableau 3 doivent cependant être interprétés avec prudence. Premièrement, en effet, ce tableau ne prend en compte que les entreprises qui mènent des activités de R & D, ce qui n'est pas le cas de nombreuses entreprises, en particulier des petites. En outre, les entreprises sont répertoriées soit comme « entreprises manufacturières », soit comme « entreprises à vocation de services ». Or, si leurs ventes évoluent d'une activité principalement manufacturière vers une activité principalement axée sur les services, leur classification change également, ce qui peut constituer, pour certaines grandes sociétés, une distinction non négligeable.

La R & D dans le secteur des services

L'une des questions les plus intéressantes est de savoir si les industries de services maintiendront l'accent traditionnellement placé sur la R & D et le développement des technologies par le secteur manufacturier. Il semble que ce soit le cas. On notera en effet qu'aux États-Unis d'Amérique, en 2001, les dépenses de R & D en proportion du chiffre d'affaires des industries non manufacturières (ce que nous considérons plus ou moins comme les « services ») ont été plus importantes que celles du secteur manufacturier. Sachant que ce dernier ne représente que 20 % de l'économie aux États-Unis d'Amérique et étant donné la tendance de l'économie à être de plus en plus orientée vers les services, le rôle croissant joué par la R & D est encourageant.

Il est difficile de procéder à des comparaisons internationales dans pratiquement tous les domaines de la science et de la technologie, mais, en particulier, dans celui de la R & D industrielle. Cela étant, il semble, que, depuis le milieu des années 80, les industries de services aient largement augmenté leurs dépenses de R & D dans la plupart des pays industrialisés, sinon dans tous. Cette tendance est particulièrement prononcée aux États-Unis d'Amérique, où la part des dépenses de R & D du secteur des services est plus importante que dans d'autres grandes nations industrialisées.

AUTRES BAILLEURS DE FONDS ET PROTAGONISTES

En 2002, aux États-Unis d'Amérique, 6 % environ des dépenses nationales totales de R & D qui n'avaient pas été engagées

par l'industrie ou le gouvernement fédéral étaient imputables aux universités, aux gouvernements des États et à des organismes à but non lucratif.

Gouvernements des États

On estime qu'en 2002 les gouvernements des États ont affecté environ 2,4 milliards de dollars au financement direct d'activités de R & D, dont la quasi-totalité a été menée dans des universités et collèges situés sur le territoire des États concernés. En outre, une part appréciable des 7,5 milliards de dollars consacrés à la R & D par les universités provenait de crédits généraux octroyés par les gouvernements des États. En 1999, celles-ci ont financé les activités de R & D à hauteur de 24 % dans les universités d'État, et de 9 % dans les universités privées.

On observe des variations considérables entre les États en ce qui concerne le volume d'activités de R & D réalisées par les universités, les entreprises et les établissements financés par des fonds fédéraux. Pratiquement toutes ces activités sont financées par le secteur industriel ou par le gouvernement fédéral. En 2000, 6 États, à savoir la Californie, le Michigan, New York, le New Jersey, le Massachusetts et l'Illinois, étaient à l'origine de 50 % des activités de R & D totales du pays, 20 % environ d'entre elles étant dues à la seule Californie. La Californie primait aussi sur tous les autres États pour ce qui est du niveau des activités de R & D réalisées par les universités et le secteur industriel (y compris les centres de R & D financés par des fonds fédéraux [FFRDC] gérés par des universités et des entreprises). Le Maryland arrivait en tête en ce qui concerne le montant des fonds consacrés à la R & D par des établissements fédéraux.

Financement par des organismes à but non lucratif

Entre 1994 et 2000, la croissance en termes réels des crédits à la R & D réalisée par des organismes à but non lucratif a été en moyenne de 5,3 % par an, dont 8 % étaient financés sur des fonds fournis par les organismes eux-mêmes. Au cours de cette même période, les crédits se sont accrus en termes réels de 7 % dans le secteur industriel et de 3,1 % dans les universités. En 2002, les organismes américains à but non lucratif ont consacré 7,3 milliards de dollars au financement de la R & D. Sur ce montant, 2,7 milliards de dollars ont été affectés à la R & D menée dans les universités et 4,6 milliards de dollars aux activités réalisées dans des installations de recherche appartenant

à des organismes à but non lucratif autres que les universités et gérées par eux. Les activités exécutées par les FFRDC gérés par des organismes à but non lucratif et financés par les autorités fédérales ont en outre mobilisé des ressources d'un montant de 4,6 milliards de dollars.

L'exemple de l'Institution Carnegie

Avant la Seconde Guerre mondiale, plusieurs centres gérés par des organismes à but non lucratif autres que des universités ont joué un rôle de premier plan dans les activités de recherche menées aux États-Unis d'Amérique. Ainsi, l'Institution Carnegie, de Washington, a été le seul organisme à avoir subventionné la construction des télescopes de 1,50 mètre et ultérieurement de 2,50 mètres installés à l'observatoire conçu en 1904 par George Ellery Hale et édifié sur le mont Wilson, dans le sud de la Californie. En 1928, l'Institution Carnegie a commencé à construire le télescope de 5 mètres du mont Palomar, avec un soutien financier important de la Fondation Rockefeller. Aujourd'hui, l'Institution Carnegie est l'une des rares organisations non gouvernementales (ONG) à continuer à mener des activités de recherche scientifique de qualité à l'aide de ses propres fonds et de subventions gouvernementales, dans de nombreux cas en coopération avec des scientifiques universitaires. Elle finance et dirige l'Observatoire austral de Las Campanas (Chili). Elle poursuit en outre activement d'autres recherches dans le cadre de ses départements de magnétisme terrestre, d'embryologie, d'écologie mondiale et de biologie végétale, ainsi que dans son laboratoire de géophysique.

UNIVERSITÉS

Les cinquante dernières années ont vu les universités américaines passer de la périphérie du système de recherche national, où elles se situaient avant la Seconde Guerre mondiale, au centre même de ce système. Bien qu'elles n'absorbent que 11 % environ des ressources nationales consacrées à la R & D, les universités exécutent à peu près 50 % des activités de recherche fondamentale. Leur rôle à cet égard est devenu de plus en plus important, les entreprises ayant pour l'essentiel abandonné la recherche fondamentale de longue durée au profit d'activités de recherche appliquée plus ciblées et à court terme. Depuis le milieu des années 90, le nombre de brevets délivrés aux universités s'est sensiblement accru, de même que les redevances perçues au titre des licences d'exploitation de ces brevets. Entre

1991 et 1999, les redevances brutes perçues par les universités américaines sur les brevets qu'elles avaient déposés sont passées de 130 millions de dollars à 675,5 millions. Même si ces sommes sont négligeables par rapport aux 30 milliards de dollars consacrés au total aux activités de R & D menées par les universités en 2000, on constate qu'une part croissante de la recherche universitaire est potentiellement exploitable par l'industrie. Alors que les universités jouent un rôle au moins aussi important dans la formation de nouvelles générations de scientifiques et d'ingénieurs, on leur reproche parfois de négliger leur fonction d'enseignement au profit de leur fonction de recherche, en particulier dans des disciplines qui ont un assez bon potentiel d'application commerciale.

Universités de recherche

L'essentiel de la recherche et de l'enseignement supérieur universitaires est aux mains d'un nombre relativement restreint d'universités américaines. D'après la Fondation Carnegie pour le développement de l'enseignement, il existe actuellement aux États-Unis d'Amérique près de 3 400 établissements délivrant des diplômes, qui accueillent environ 14,5 millions d'étudiants. Cent vingt-sept de ces établissements sont classés par la Fondation comme universités de recherche, celles-ci s'entendant comme des institutions qui proposent un éventail complet de programmes de préparation à la licence et à des diplômes de troisième cycle, et qui reçoivent des subventions fédérales annuelles d'un montant de plus de 15,5 milliards de dollars. Classées en fonction de leur volume d'activités de R & D, les 100 premières universités américaines représentent 80 % de ces dépenses, et les 200 premières 96 %.

Financement de la recherche

Sur les 30 milliards de dollars consacrés à la R & D par les universités américaines en 2000, 69 % ont été dépensés au titre de la recherche fondamentale, 24 % de la recherche appliquée et 7 % du développement. Le gouvernement fédéral a financé 58 % du montant total, les universités 20 %. Le solde se répartissait entre l'industrie (7 %), les administrations des États et locales (7 %), les organismes à but non lucratif et les particuliers.

Qualité des universités de recherche

À plusieurs égards, les universités de recherche américaines prises collectivement sont les meilleures du monde dans les

domaines scientifiques et technologiques. Ainsi, en 1999, plus de 30 % des 530 000 articles sur la science et la technologie publiés dans les revues du monde entier et répertoriés dans le *Science Citation Index* (SCI) renvoyaient au moins à un auteur américain. Parmi ces auteurs, 74 % appartenaient à des universités. Les universités de recherche américaines restent la destination de prédilection de nombreux étudiants étrangers poursuivant des études universitaires supérieures. Dans un rapport particulièrement intéressant publié en 2003, l'Institut d'enseignement supérieur de l'Université Jiao Tong de Shanghai a évalué et classé les 500 premières universités du monde en fonction de la qualité de l'enseignement dispensé et des recherches effectuées. Sur les 50 premiers établissements, 35 étaient américains et, sur les 10 premiers, 8 étaient également américains, les deux autres étant les Universités de Cambridge et d'Oxford, au Royaume-Uni. On notera que l'université la mieux classée dans le monde non anglophone était l'Université de Tokyo, qui se situait au 19^e rang.

Concurrence internationale

Bien qu'elles soient de grande qualité, les universités de recherche américaines doivent faire face à une concurrence internationale croissante. En 1986, près de 40 % des articles à caractère scientifique et technologique publiés dans le monde étaient rédigés aux États-Unis d'Amérique — leurs auteurs étant pour l'essentiel des universitaires —, contre 31 % en Europe

occidentale. En 1999, cette dernière était à l'origine d'environ 36 % des articles, la part des États-Unis d'Amérique ayant baissé pour s'établir autour de 30 %. En Asie également, le nombre d'articles publiés a augmenté de façon spectaculaire, passant de 10 % en 1980 à 16 % en 1999.

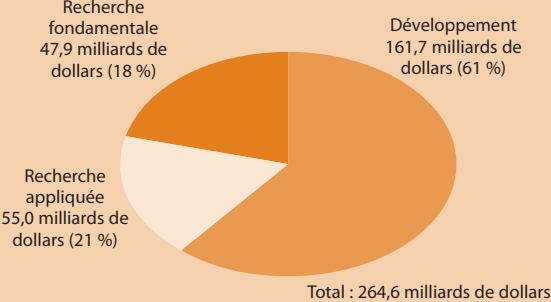
Bien que les inscriptions d'étudiants étrangers dans les écoles doctorales américaines continuent d'augmenter, le nombre d'étudiants asiatiques préparant des doctorats dans leur pays dépasse désormais le nombre de ceux qui étudient aux États-Unis d'Amérique. La France et le Royaume-Uni continuent de concurrencer les États-Unis d'Amérique au niveau du recrutement d'étudiants étrangers et, au cours des dernières années, l'Australie et le Japon se sont aussi lancés dans la compétition et ont réussi à attirer un certain nombre d'étudiants de pays d'Asie (voir également la question des visas, page 39).

Le fait qu'un organisme chinois ait décidé de mener une enquête approfondie en vue d'établir le classement des meilleures universités du monde semble indiquer que les universités chinoises aussi ont l'intention de devenir compétitives au plan international. On peut le penser lorsqu'on sait que la moitié des cours universitaires supérieurs proposés par l'Université Tsinghua de Beijing seront dispensés en anglais à partir de 2008. Outre que cette initiative nécessitera la maîtrise de l'anglais de la part des étudiants chinois, elle vise à attirer en grand nombre des étudiants étrangers, dont des Américains.

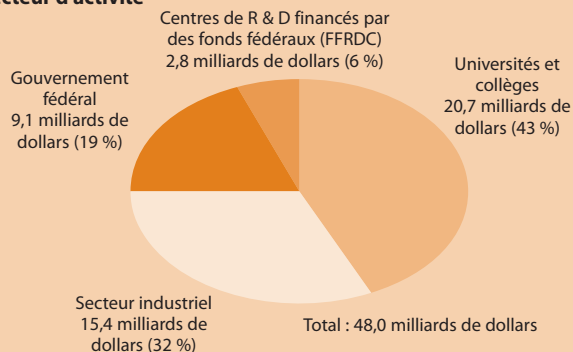
Figure 6
RECHERCHE FONDAMENTALE AUX ÉTATS-UNIS : FINANCEMENT ET SECTEURS D'ACTIVITÉ, 2000

Par type de recherche et secteur d'activité

Type de recherche

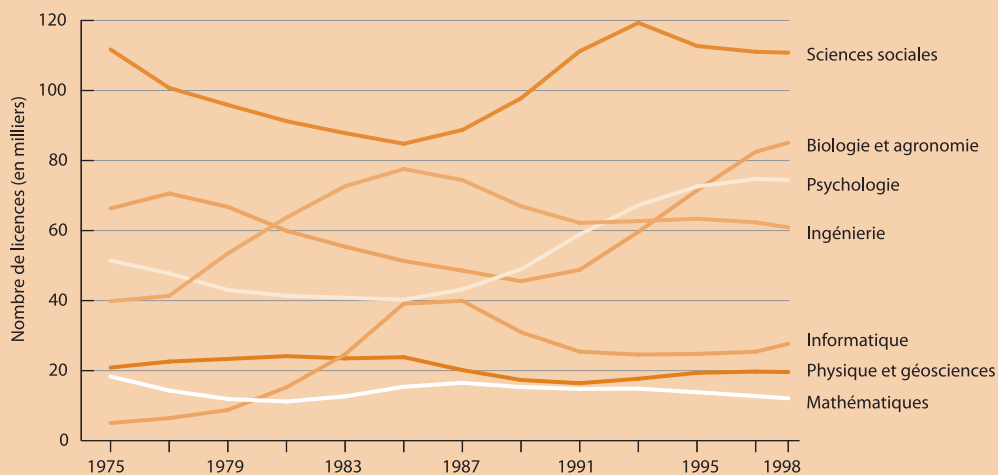


Secteur d'activité



Source : MEXT (2002a), *Science and Engineering Indicators* – 2002.

Figure 7
NOMBRE DE GRADES DE LICENCE OBTENUS DANS CERTAINS DOMAINES DES SCIENCES
ET DES SCIENCES DE L'INGÉNIEUR AUX ÉTATS-UNIS, 1975-1998



Note : les géosciences incluent les sciences de la Terre, les sciences de l'atmosphère et les sciences de l'océan.

Source : MEXT (2002a), *Science and Engineering Indicators* – 2002.

RECHERCHE FONDAMENTALE

L'appui financier à la recherche fondamentale a constitué un élément essentiel de la politique scientifique des États-Unis d'Amérique dès la fin de la Seconde Guerre mondiale, lorsque Vannevar Bush, a présenté, en 1945, son célèbre rapport intitulé *Science, the Endless Frontier*, au président Harry Truman. Dans ce rapport, Bush soutenait que le gouvernement fédéral avait non seulement le pouvoir mais aussi l'obligation de financer la recherche — en particulier la recherche fondamentale — réalisée dans les universités et d'autres organismes à but non lucratif. L'importance des investissements fédéraux dans la recherche fondamentale a depuis longtemps cessé de susciter des conflits politiques. Cela fait des dizaines d'années que les investissements fédéraux dans la recherche fondamentale bénéficient du soutien des administrations républicaines aussi bien que démocrates. Les deux partis politiques ont appuyé cette position au Congrès américain, les principaux points de désaccord étant uniquement le niveau du financement et sa répartition entre les organismes, programmes et disciplines concernés. Les partis ont aussi été divisés sur la question du financement fédéral de certaines activités de recherche préconcurrentielles dans l'in-

dustrie (voir la figure 6 pour le financement de la recherche fondamentale et la répartition de son exécution en 2000).

Avant la Seconde Guerre mondiale, le gouvernement fédéral n'assurait aucun soutien financier à la recherche fondamentale réalisée dans les universités et n'exécutait pour sa part que peu, voire pas, d'activités de recherche fondamentale dans ses propres laboratoires. Cette situation a commencé à évoluer après la guerre, conformément aux recommandations de Vannevar Bush. En 1953, première année où des données homogènes concernant les dépenses de R & D ont été rassemblées, le gouvernement fédéral était devenu la source de financement principale de la recherche fondamentale, et il l'est resté depuis. Cela étant, la part de financement qu'il assurait a diminué, passant de 70,5 % en 1980 à 48,7 % (23,3 milliards de dollars) en 2000. Cette baisse reflète une augmentation du financement non fédéral de la recherche fondamentale plutôt qu'une diminution du financement au niveau fédéral. Entre 1980 et 2000, les fonds consacrés à la recherche par le gouvernement fédéral ont augmenté en moyenne de 3,5 % par an, contre 10 % en moyenne dans l'industrie.

En 2003, les six ministères et organismes indépendants

auxquels était imputable l'essentiel du financement fédéral total de la R & D ont aussi été à l'origine de la quasi-totalité du financement fédéral de la recherche fondamentale, leurs parts relatives dans celui-ci étant cependant différentes (tableau 1).

RESSOURCES HUMAINES

Les effectifs aux États-Unis d'Amérique dans le domaine de la science et des sciences de l'ingénieur

D'après les résultats d'un recensement effectué aux États-Unis d'Amérique, 10 500 000 travailleurs américains avaient en 2000 au moins un diplôme universitaire dans un domaine scientifique ou en ingénierie. Sur ce total, 3 300 000, soit 31 % environ, étaient directement employés dans des professions scientifiques ou techniques. Près de 74 % des titulaires d'une licence et 62 % de ceux qui avaient une maîtrise étaient employés par le secteur privé marchand, tandis que 48 % des titulaires d'un doctorat travaillaient dans le secteur universitaire. Il est important de noter que quelque 67 % du total — soit plus de deux fois le pourcentage de ceux dont les activités concernaient directement la science ou les sciences de l'ingénieur — déclaraient que leurs postes étaient en rapport étroit avec leurs diplômes scientifiques ou d'ingénieur. Au nombre des domaines d'emploi des diplômés qui n'exerçaient pas directement une activité scientifique ou d'ingénieur figuraient en règle générale l'administration, la gestion, la commercialisation, la vente et l'enseignement préuniversitaire.

L'enseignement supérieur en sciences et sciences de l'ingénieur

La figure 7 montre l'évolution sur vingt-trois ans des grades de licence décernés par les collèges et universités des États-Unis d'Amérique dans certains domaines des sciences et des sciences de l'ingénieur.

Depuis beaucoup plus de dix ans maintenant, des préoccupations ont été exprimées concernant l'insuffisance du nombre d'étudiants qui choisissent de se spécialiser dans des domaines scientifiques ou en rapport avec les sciences de l'ingénieur, pourtant, dans la réalité, on n'a pas encore enregistré de crise grave de l'offre de ressources humaines dans ces secteurs. L'un des éléments qui pouvait justifier ces préoccupations tenait traditionnellement à ce que la cohorte en âge de faire des études supérieures baissait régulièrement au sein de la population américaine. Toutefois, on s'attend

maintenant à ce que cette tendance s'inverse, avec l'élévation des effectifs de la cohorte en âge de fréquenter l'université, qui passerait de 17 500 000 en 1997 à 21 200 000 en 2010, ce qui devrait entraîner un essor de l'enseignement supérieur. Le défi est double : il faut faire en sorte que le pourcentage d'étudiants qui choisissent de se spécialiser dans un domaine scientifique et d'ingénierie demeure à tout le moins constant, tout en veillant à ce que l'éducation qu'ils reçoivent réponde aux besoins en matière d'emploi, du moins pendant la première moitié du *xxi*^e siècle.

En 1998, aux États-Unis d'Amérique, 2 200 000 diplômes ont été décernés à tous les niveaux, dont près de 540 000 dans le secteur scientifique ou en ingénierie. Ce dernier chiffre se ventilait en 391 000 licences, 94 000 maîtrises et 27 000 doctorats approximativement. Les diplômes de premier cycle, concluant un cycle d'enseignement supérieur de deux ans, représentaient les 28 000 diplômes restants. De 1975 à 1998, la proportion de licences en sciences et en ingénierie par rapport au total des licences est restée stable, avoisinant 33 %. Les diplômes d'ingénierie, qui représentaient 4,5 % du total des licences en 1975, sont passés à 7,8 % du total en 1985 avant de baisser régulièrement pour s'établir à 5,1 % en 1998. Dans la plupart des domaines d'études de troisième cycle, le nombre de diplômés a baissé ou est resté constant au cours des années 90, faisant apparaître une diminution généralisée des inscriptions dans les collèges et universités tout au long de la décennie. La seule exception concernait le nombre de licences ès sciences biologiques et agronomiques, qui a augmenté régulièrement au cours de ces années (figure 7).

Les étudiants étrangers

Les étudiants nés hors des États-Unis d'Amérique continuent de représenter une part importante des diplômés de l'enseignement supérieur en sciences et en ingénierie, en particulier dans le troisième cycle. Au nombre des inscrits à des programmes d'études supérieures en 1999, les étudiants originaires de Chine et d'Inde représentaient une large majorité, soit respectivement près de 33 000 et 23 000 personnes (environ 35 % et 25 % du total). Cette même année, les étudiants étrangers ont obtenu près de la moitié des doctorats en sciences de l'ingénieur, mathématiques et informatique dans leur ensemble, et autour de 35 % des doctorats ès sciences naturelles.

Si les inscriptions d'étudiants étrangers dans les universités

américaines augmentent encore, le nombre de doctorats en sciences naturelles et en sciences de l'ingénieur conférés par des établissements asiatiques a augmenté plus rapidement. Avec près de 20 000 doctorats en 1998, ceux-ci se situent au même niveau que leurs homologues américains. De plus, ce nombre a légèrement baissé depuis aux États-Unis d'Amérique. Dans de nombreux cas, l'augmentation quantitative du nombre de doctorats conférés par les établissements asiatiques est allée de pair avec une augmentation parallèle de la qualité de l'enseignement du troisième cycle dans les universités réputées d'Asie. C'est ainsi que, depuis 1995, un nombre croissant d'étudiants chinois, coréens et taiwanais ont obtenu leur doctorat dans des universités de leur pays natal plutôt qu'aux États-Unis d'Amérique ou dans quelque autre de leurs destinations favorites, comme la France et le Royaume-Uni.

Le problème du visa

Un autre élément fâcheux qui pourrait entraîner un fléchissement du nombre d'étudiants étrangers diplômés des universités américaines tient directement aux procédures plus rigoureuses et plus lentes auxquelles sont astreints les chercheurs et les étudiants étrangers désireux d'obtenir un visa d'entrée aux États-Unis d'Amérique depuis les attaques terroristes du 11 septembre 2001. Ces conditions d'obtention du visa pourraient avoir un impact très important sur les étudiants de pays comme la Chine et l'Inde, d'où sont issus les contingents étrangers des établissements américains de loin les plus importants. D'après le Département d'État, le nombre de demandes de visas F d'étudiants, qui a culminé à 320 000 en 2001, est tombé à 257 000 en 2002 et à 236 000 en 2003 (*Science*, 5 mars 2004).

ÉVOLUTION DES INSTRUMENTS DE GESTION DE LA R & D

Gestion et évaluation de la R & D industrielle

Le secteur industriel aux États-Unis d'Amérique a beaucoup augmenté ses investissements dans la recherche au cours des dernières années, mais de très fortes pressions sont exercées en vue d'une utilisation de ces ressources au maximum de leur efficacité. Adapter les ressources affectées à la recherche à la large gamme des investigations possibles est un défi permanent pour les entreprises et leurs équipes de gestion de la R & D. Du fait de ces pressions, de ces contraintes financières et des possi-

bilités de développement technologique, différents instruments de gestion et d'évaluation de la recherche ont été mis au point et sont aujourd'hui largement utilisés.

Il existe plusieurs types de recherche industrielle et aucune de leurs catégorisations ne fait l'unanimité. Peut-être le classement le plus simple (parfois dit « par étages ») est-il le suivant : recherche fondamentale ; programmes visant à former des compétences technologiques clés pour la société ; projets pour mettre au point des produits en collaboration avec des entreprises privées ou à l'intention de celles-ci ; et R & D appliquée aux procédés de fabrication.

Toute une série de paramètres visant à mesurer l'efficacité des méthodes d'une entreprise pour perfectionner les techniques a été élaborée. Nous allons les étudier plus loin, mais commençons par examiner certains des outils de gestion de la recherche.

« Cartes routières » technologiques

C'est une méthode utilisée pour établir un document visant un produit ou une opération donnée qui définit des cheminements technologiques différents pour parvenir à un objectif de performance déterminé. La « carte » technologique contient des informations qui permettent de « corriger » les décisions d'investissement concernant certaines technologies et de tirer parti de ces investissements de façon que les besoins du système et les objectifs de performance puissent être satisfaits dans un laps de temps fixé. Elle définit les technologies à exploiter et fournit les informations voulues pour faire des arbitrages entre différentes démarches technologiques.

Il existe divers types de cartographies technologiques. En règle générale, ils portent sur les nécessités propres à un produit ou un processus. Les grandes entreprises utilisent parfois une carte des technologies émergentes, dont la portée est plus vaste et qui s'arrête sur le rôle de l'entreprise considérée dans le développement de ladite technologie qui s'inscrit dans le cadre de l'avantage concurrentiel escompté.

Le Web au service de l'innovation

On ne s'étonnera pas de constater qu'Internet a envahi la gestion de la R & D et engendré des instruments qui ont apporté une notable contribution au processus d'innovation. Ceux-ci, qu'on qualifie d'exploitables sur le Web, dépassent la simple utilisation d'Internet pour accélérer les communications

et assurer un plus large partage de l'information. Ils établissent des passerelles entre scientifiques et ingénieurs pour que les idées de la recherche puissent s'appliquer au développement.

Il semble que, suivant les branches de l'industrie, les sociétés utilisent différemment ces instruments de recherche et de développement. Celles qui sont très axées sur la recherche, au sein des industries biotechnologique et pharmaceutique, par exemple, les emploient pour accélérer la recherche. Leur objectif est d'utiliser les instruments courants pour augmenter le rythme de la découverte en partageant plus efficacement les outils et les ressources en matière de connaissance et de recherche. D'autres sociétés, comme celles qui s'occupent de la mise au point de matériel de haute technologie, ont recours à ces outils Web pour stimuler la création de nouveaux produits : grâce à eux, les responsables peuvent introduire de la gestion dans le processus de création, et établir et faire appliquer les « cartes routières » technologiques.

Tendances récentes de l'évaluation de la R & D industrielle

La recherche seule n'est pas suffisante. Elle doit aboutir à des résultats économiquement profitables, par exemple la sortie de nouveaux produits à succès, faute de quoi la société mère aura des ennuis. C'est pourquoi les milieux de la R & D industrielle se sont attachés à mettre au point des paramètres qui soient adaptés à l'évaluation de différents types de R & D. Même si l'application de ces paramètres peut être protégée par des droits exclusifs, la méthodologie générale est débattue au grand jour au sein d'organes techniques de l'industrie, comme l'Institut de recherche industrielle.

Les paramètres d'évaluation de la R & D sont à la fois qualitatifs et quantitatifs. Ainsi, les objectifs stratégiques de R & D peuvent être jugés en fonction de leur adéquation aux objectifs stratégiques globaux d'une société donnée et au champ de la technologie considérée. Par ailleurs, le processus de R & D peut être décrit qualitativement par la productivité et le respect des délais. Les paramètres quantitatifs sont en voie de généralisation. En l'occurrence, les objectifs stratégiques de R & D peuvent être évalués selon un décompte des innovations, des brevets et des publications s'y rapportant. Les processus de R & D pourraient être évalués en fonction des résultats concrets qu'ils produisent, de la réalisation, de spécifications techniques, du respect des temps d'exécution,

des délais de commercialisation fixés, et ainsi de suite. L'important est de définir à l'avance des objectifs mesurables raisonnables pour que l'effort de R & D puisse être évalué quantitativement. Ces évaluations permettent à leur tour de construire des indices utiles, comme l'indice d'efficacité, l'indice d'innovation et l'indice de qualité en matière de R & D. L'indice d'innovation, par exemple, pourrait être défini comme le quotient des recettes tirées de produits lancés dans les quatre années précédentes par les recettes totales de l'entreprise sur la même période.

Repenser les stratégies de gestion de la R & D

Ces nouvelles stratégies ne marchent pas toujours comme prévu, alors même que les résultats initiaux semblent prometteurs. Du début au milieu des années 90, les entreprises pharmaceutiques se sont entichées de « chimie combinatoire », considérant qu'il s'agissait là d'une méthode particulièrement efficace pour découvrir de nouveaux médicaments. Des machines ont été utilisées pour créer un nombre faramineux de combinaisons chimiques qui ont été ensuite testées par des robots pour voir quelles étaient celles qui réagissaient de façon prometteuse avec des échantillons biologiques. Les établissements pharmaceutiques et les responsables de publications prestigieuses ont parlé de révolution dans la chimie médicale. Le PDG d'une entreprise pharmaceutique multinationale a déclaré que l'approche de la recherche empirique était périmée. La société a investi alors 500 millions de dollars dans l'achat d'une entreprise de chimie combinatoire.

Mais tout ne s'est pas bien passé. Pour certains chercheurs, cette approche n'était qu'« erreur en entrée, erreur en sortie ». D'autres ont prétendu qu'elle éliminait toutes chances d'heureux hasard. Le *Wall Street Journal*, dans son article en première page du 24 février 2004 sur le sujet, citait Arvid Carlsson, lauréat du prix Nobel : cette méthode « remplace la créativité intellectuelle par un robot, un robot extrêmement perfectionné, certes, mais un robot qui ne pourra jamais avoir d'intuition ». Le journal mentionnait une étude de David Newman, de l'Institut national du cancer, qui concluait que, jusqu'à la fin de l'année 2002, la chimie combinatoire avait échoué à créer un seul médicament homologué par la Food and Drug Administration (FDA). Sur 350 médicaments contre le cancer essayés sur l'homme, un seul provenait de la chimie combinatoire. Il y a eu des changements de méthode qui

peuvent encore renverser cette situation, peut-être par une combinaison avec des méthodes de recherche en laboratoire de la vieille école. C'est là une question pour les dix années à venir.

Évaluation et gestion de la R & D par l'État

Il n'y a pas que l'industrie qui veuille s'assurer que les fonds qu'elle consacre à la R & D sont utilisés judicieusement. Les pouvoirs publics souhaitent eux aussi une meilleure gestion et une évaluation crédible de leurs investissements dans le domaine de la R & D. Cette attention portée à l'évaluation de la R & D s'inscrit dans un intérêt d'ordre plus général pour l'efficacité gouvernementale découlant du *Government Performance and Results Act* (GPRA), de 1993 (loi sur l'efficacité et les résultats des activités gouvernementales). Il a fallu beaucoup de temps aux institutions gouvernementales pour déterminer la meilleure manière de mesurer les résultats de la recherche, notamment ceux de la recherche fondamentale.

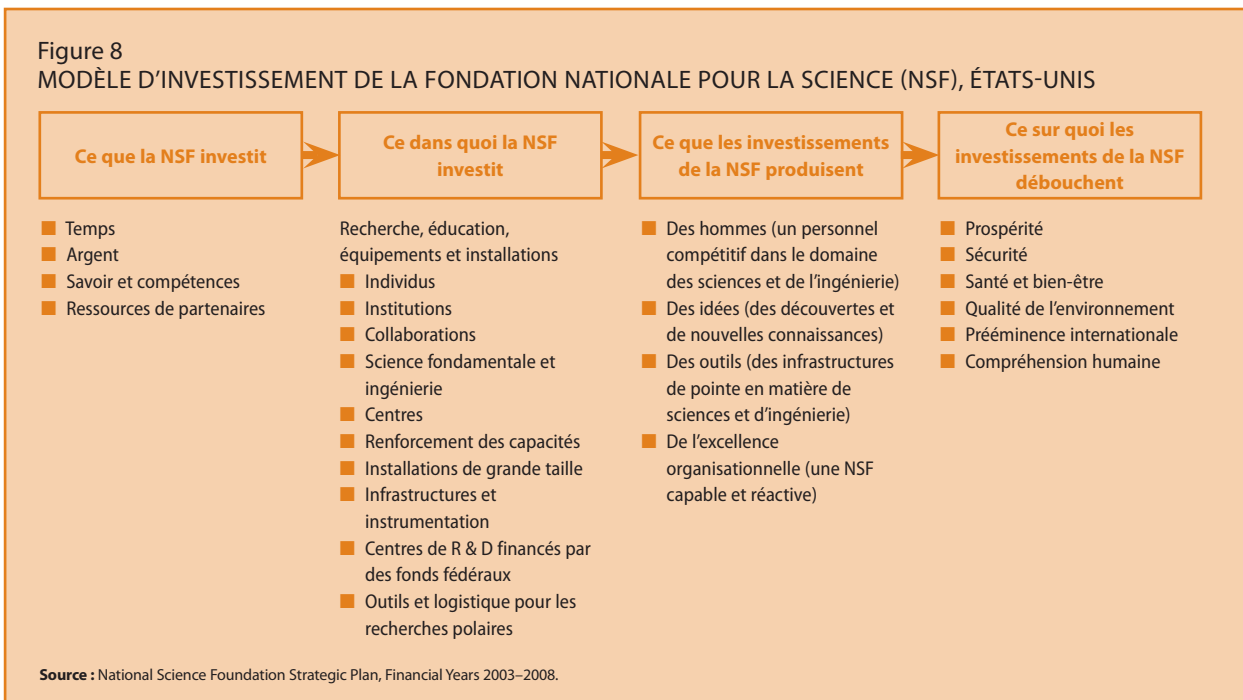
La NSF a été encensée pour ses efforts d'évaluation des programmes d'aide à la recherche fondamentale. Ces bons résultats ont été obtenus en intégrant planification stratégique, budgétisation et mesure des performances. Les résultats directs attendus des soutiens financiers apportés par

la NSF à la recherche fondamentale sont récapitulés sous ses objectifs stratégiques : les hommes, les idées, les outils et l'excellence organisationnelle. Les résultats à plus long terme de ses investissements sont à rapprocher de l'énoncé de la mission qui lui a été assignée : « Favoriser le progrès de la science, améliorer la santé publique, la prospérité et le bien-être, contribuer à la défense nationale, et atteindre d'autres objectifs. »

La NSF a établi des plans et des rapports d'exécution annuels dans le contexte d'un « modèle d'investissement ». La figure 8, extraite du Plan stratégique de la NSF pour 2003-2008, présente ce modèle.

La clé de la réussite de cette approche de l'évaluation de la recherche fondamentale est le recours à un groupe d'étude composé de spécialistes extérieurs. Ce groupe évalue en termes de qualité les résultats et les réalisations des programmes par rapport aux objectifs de la recherche, selon une manière de procéder comparable à celle des « comités de visite » des laboratoires industriels, publics et universitaires. Le fait que ce type de comité ait existé avant la loi de 1993 et ait été jugé utile dans les évaluations antérieures des programmes de la NSF a donné confiance en ce processus.

Avec plus de 22 000 dotations de recherche en portefeuille,



l'évaluation d'un ensemble de travaux aussi vastes représente un formidable défi logistique pour la NSF. Celle-ci a eu recours à des outils pratiques, tels que l'échantillonnage et la mise en forme de centaines de résultats de recherches notables susceptibles d'être pris en compte par les indicateurs de performance demandés par la loi. Associées aux matériaux mis au point par les « comités de visite » pour nombre de programmes, ces données ont apporté au groupe de spécialistes extérieurs les informations qui lui étaient nécessaires pour émettre des avis solides. Un contractant spécialisé dans la vérification et la validation a aidé le groupe à assurer l'intégrité du processus général de production et d'échantillonnage des données et de l'information.

Les universités et le développement technologique

L'adoption du *Bayh-Dole Act* en 1980 a permis l'uniformisation de la politique des brevets des institutions fédérales qui financent la recherche. Elle a également permis aux petites entreprises, aux organismes à but non lucratif et aux universités de conserver la propriété intellectuelle des travaux réalisés grâce à des fonds fédéraux. Ce changement de politique a donné lieu à une évolution radicale dans les dépôts de brevets par les universités. Le nombre annuel de brevets délivrés aux universités est passé de moins de 250 en 1980 à plus de 2 400 en 1997. On compte désormais plus de 200 universités engagées dans ce genre de transfert de technologie.

Bien qu'il reste à établir sans ambiguïté des indicateurs de réussite crédibles, nombreux sont les membres de la communauté universitaire à estimer que les partenariats entre l'université et l'industrie encouragés par la loi *Bayh-Dole* accélèrent le processus de l'innovation fondée sur les connaissances. Des chiffres viennent étayer cette thèse, notamment le nombre de brevets et de licences, les recettes provenant des licences et les produits commerciaux dérivés.

Il existe une thèse contraire selon laquelle la loi *Bayh-Dole* a, peut-être involontairement, privé les laboratoires universitaires de certaines avancées de la recherche et freiné le progrès scientifique (voir, par exemple, Rai et Eisenberg, *American Scientist*, janvier-février 2003). Cette question préoccupe probablement surtout la communauté biomédicale, où l'accès aux outils de recherche a été entravé par les contraintes de la propriété intellectuelle. Un exemple fréquemment cité est celui des restrictions sur l'utilisation à

des fins de recherche de l'« oncosouris » (souris transgénique) brevetée par l'Université Harvard.

Cette affaire ayant suscité l'intervention de protagonistes de poids dans les deux camps, il sera intéressant de voir à quelles suites cette expérience, qui mêle propriété intellectuelle et recherche universitaire, donnera lieu dans les années à venir.

L'essor de la propriété intellectuelle universitaire s'est accompagné de la création dans de nombreuses universités d'un bureau de délivrance des licences d'exploitation des technologies (Technology Licensing Office, TLO). Si les laboratoires universitaires sont les concepteurs des technologies, les TLO en sont les vendeurs. On peut ainsi trouver sur le site Web d'un TLO universitaire la liste des technologies disponibles, les physionomies empesées des gestionnaires des licences, les diagrammes du processus de commercialisation des technologies ainsi que les réponses aux questions fréquemment posées.

Un autre instrument de la politique d'accélération de la mise sur le marché des retombées de la R & D financée sur fonds publics vise les laboratoires publics. Les Cooperative Research and Development Agreements (CRADA) (accords de coopération pour la recherche et le développement) permettent aux laboratoires fédéraux de collaborer avec l'industrie, les universités et d'autres organisations à des projets communs de R & D. La possibilité d'utiliser des installations de recherche onéreuses, et parfois uniques, constitue une incitation pour les partenaires non fédéraux.

COOPÉRATION ET CONCURRENCE INTERNATIONALES DANS LA R & D

À l'échelle mondiale, on assiste à une intensification aussi bien de la coopération que de la concurrence dans le domaine de la R & D. Cette remarque vaut pour le secteur industriel comme pour la recherche universitaire et publique.

Alliances en matière de recherche

Des centaines de nouvelles alliances sont conclues chaque année dans les domaines de la recherche ou de la technologie par des entreprises actives dans des branches comme la technologie de l'information, la biotechnologie, l'automobile et les matériaux de pointe. Il n'est pas étonnant que la majorité de ces alliances concerne des sociétés dont le siège se trouve aux États-Unis d'Amérique, en Europe occidentale ou au Japon. Il

n'est pas rare pour des sociétés de coopérer étroitement dans un secteur d'activité ou sur un marché géographique, tout en se livrant à une concurrence acharnée sur un autre. L'objectif commun est de concevoir des produits à forte composante technologique pour un coût minimal, tout en gardant, autant que possible, l'avantage sur le marché.

La coopération dans le domaine de la « petite science »

De la même manière que l'essor d'Internet a ouvert la voie aux activités de R & D industrielles via le Web, il a aussi permis une coopération plus efficace dans la recherche universitaire transfrontalière, notamment entre chercheurs individuels. La dernière décennie a vu l'atrophie des protocoles formels de coopération entre gouvernements dans le domaine de la recherche et la multiplication des projets communs à des individus. La littérature scientifique reflète ce développement de la collaboration. En 1999, un travail scientifique sur cinq copublié par des scientifiques américains était signé aussi par au moins un auteur non américain ; la proportion était de un sur dix en 1988.

La coopération dans le domaine de la « mégascience »

Même si la plupart des collaborations en matière de recherche n'appellent aucune intervention des pouvoirs publics, il y a toutefois des exceptions. Les projets de mégascience (essentiellement des projets de recherche scientifique fondamentale qui exigent des installations centrales coûteuses ou de vastes programmes de recherche répartis sur plusieurs zones géographiques) sont souvent trop onéreux pour être financés et mis en œuvre par un seul pays. Ils nécessitent une plus grande intervention des gouvernements et des institutions scientifiques officielles (académies, associations et sociétés professionnelles, par exemple). Les États-Unis d'Amérique ont été à l'initiative de la création du Forum Mégascience de l'OCDE en 1992 (devenu le Forum mondial de la science en 1999). Ils ont également apporté leur soutien au grand collisionneur d'hadrons (Large Hadron Collider, LHC) de l'Organisation européenne pour la recherche nucléaire (CERN), où pourront être réalisées, à partir de 2007, des collisions entre protons et ions avec une énergie encore jamais atteinte et qui permettront de recréer les conditions existant au début de l'Univers.

Les échanges commerciaux en matière

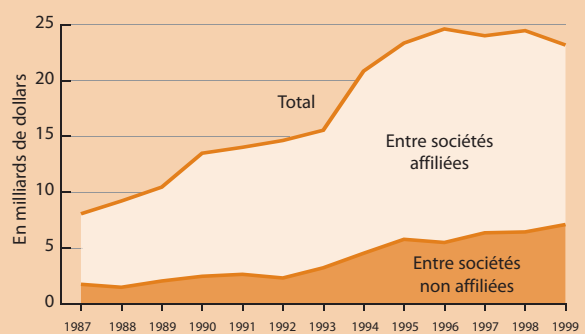
de technologie

Il est toujours difficile d'établir des comparaisons entre les pays dès qu'il s'agit d'un domaine de quelque importance. Cela est particulièrement vrai pour la technologie et les retombées économiques de ses applications sur le marché mondial. De nombreux efforts ont été déployés pour comparer la production des entreprises de haute technologie dans différents pays en portant une attention particulière aux exportations de produits high-tech. Le nombre de brevets déposés a été pris comme indicateur de l'innovation. Les données concernant la consommation de produits de haute technologie ont aussi été utilisées comme indicateur de l'intensité technologique de l'économie nationale.

La balance des échanges de technologies est un outil de mesure qui a reçu une grande attention au cours des dernières années. Par « échanges de technologies », il faut entendre le commerce en matière de propriété intellectuelle mesuré par les versements de redevances et de droits de licence. La figure 9 montre l'évolution de la balance des échanges de technologies entre 1987 et 1999 aux États-Unis d'Amérique. Bien que les chiffres ne concernent pas forcément la technologie au sens où scientifiques et ingénieurs l'entendent d'ordinaire et que la plupart des échanges s'effectuent entre sociétés affiliées, les échanges de technologies n'en demeurent pas moins un concept utile et significatif.

LA SCIENCE, LA TECHNOLOGIE ET LE PUBLIC

Figure 9
BALANCE COMMERCIALE DES REDEVANCES ET DROITS DE LICENCE AUX ÉTATS-UNIS, 1987-1999



Source : MEXT (2002a), *Science and Engineering Indicators* – 2002.

AUX ÉTATS-UNIS D'AMÉRIQUE

Attitudes à l'égard de la science et de la technologie

D'après les enquêtes périodiques réalisées à la demande de la NSF depuis plus de vingt ans, la recherche scientifique jouit d'un prestige considérable et constant auprès du public. Par exemple, 81 % de près de 2 000 personnes interrogées en 2001 ont souscrit à l'idée que, « même si elle n'a pas de retombées immédiates, la recherche scientifique qui repousse les frontières du savoir est nécessaire et doit être subventionnée par le gouvernement fédéral » ; 72 % ont estimé que « l'application de la science et de la technologie rendra le travail plus intéressant » ; et, pour 85 %, « la science et la technologie ouvriront davantage de perspectives à la prochaine génération ». Le rapport *Science and Engineering Indicators* pour 2000 fait apparaître que la science et la technologie suscitent davantage l'appui du public aux États-Unis d'Amérique qu'en Europe, au Canada ou au Japon.

Attention portée à la recherche scientifique

Si, aux États-Unis d'Amérique, le public est généralement favorable à la recherche scientifique, seulement 15 % des personnes interrogées en 2001 se sont estimées bien informées des questions concernant la science et la technologie, contre à peu près 35 % qui se considéraient comme mal informées. En dépit de ces chiffres, l'enquête montrait que les personnes interrogées étaient, pour une large part, conscientes de problèmes donnés liés à la science et qu'elles avaient à leur sujet des opinions bien arrêtées. Près de 80 % d'entre elles croyaient au phénomène du réchauffement de la planète et 53 % le jugeaient comme un problème grave. Si la recherche en général bénéficie d'une attitude très positive, certaines applications particulières suscitent des réactions plus réservées. Par exemple, le génie génétique semble recueillir de moins en moins d'adhésion. De 1985 à 1999, les sondés définis dans l'enquête de la NSF comme « attentifs à la science et à la technologie » ont pour la plupart reconnu que les avantages du génie génétique l'emportaient sur ses effets préjudiciables. Pourtant, le pourcentage des personnes de cet avis chutait de 64 % en 1999 à 49 % en 2001.

Confiance dans les scientifiques

En dépit du fait qu'aux États-Unis d'Amérique seule une petite minorité s'estime bien informée sur la science et la technologie et malgré des réserves exprimées quant à certaines applica-

tions de la recherche, dans l'estime du public le rôle de la communauté scientifique vient juste derrière la médecine et loin devant d'autres institutions telles que l'éducation, la presse et la télévision, d'après l'enquête de 2001. Et ce, depuis 1973, date du premier sondage d'opinions. En fait, la science monte régulièrement dans les sondages depuis le début et, en 2001, elle se plaçait directement derrière la médecine, qui dans le même temps avait plafonné. La seule institution qui ait rattrapé la médecine et la science est la Cour suprême des États-Unis d'Amérique, qui a fortement grimpé dans l'estime du public depuis 1996.

L'AVENIR

Tout ce que l'on peut dire, c'est que l'avenir sera différent du passé. Le public américain est très préoccupé par l'utilisation abusive de la technologie, l'externalisation de l'emploi et l'avenir de l'économie nationale. La confiance dans l'aptitude de la science à assurer la croissance économique s'est érodée avec la récente récession économique et le repli de la Bourse.

Qu'est-il arrivé à la bulle technologique ?

La bulle boursière de la fin des années 90 aux États-Unis d'Amérique et dans quelques autres pays est largement attribuée à l'envol des valeurs technologiques, sinon en fait à un intérêt irrationnel des investisseurs pour ces valeurs. À la fin de 2003, de nombreuses entreprises de Silicon Valley redémarrèrent, alors que pour d'autres tout espoir de reprise était depuis longtemps perdu. Qu'est-ce qui a fait la différence entre celles qui ont refait surface et les autres ? Nombre de sociétés fondées sur Internet ou d'autres technologies qui ont survécu et prospéré le doivent à des équipes de professionnels de la gestion qui ont remplacé les « geeks », c'est-à-dire les petits génies qui ont élaboré la technologie originale exploitée par ces sociétés.

Mais qu'est-il advenu de la myriade de jeunes entreprises technologiques lancées par des gestionnaires professionnels (ou du moins des professionnels de la finance), bien que ne présentant pas d'intérêt technologique particulier ? Leur plan d'exploitation avait peut-être recours à Internet ou affichait ostensiblement d'autres outils technologiques à la mode, mais la plupart du temps elles n'exploitaient pas de technologie radicalement nouvelle. Combien de fois leur concept n'était-il fondé que sur de la pseudotechnologie ? La « tulipomanie »

(en référence à la spéculation en Hollande au XVII^e siècle sur les bulbes de tulipes en vogue, qui avait fait monter les prix à des niveaux absurdes, aboutissant en 1637 à un krach et anéantissant de nombreuses fortunes) était-elle plus répandue chez les financiers que chez les informaticiens ? On trouvera peut-être la réponse dans un article publié par le *New York Times* le 26 octobre 2003, selon lequel « la plupart des jeunes sociétés qui ont survécu au krach — et de celles qui ont poussé depuis — exploitent une innovation et sont gérées par des personnes dotées de hautes compétences technologiques ».

Technologie et emplois

Le libre-échange et la mondialisation ont longtemps été considérés comme des menaces pour l'emploi, surtout par les employés des industries manufacturières, qui requièrent des compétences limitées. Une nouvelle préoccupation est apparue dans les débats politiques aux États-Unis d'Amérique, l'externalisation des emplois de services vers des bassins de main-d'œuvre peu onéreuse hors du pays. Les sociétés qui délocalisent ainsi les services, y compris les activités scientifiques ou technologiques de haut niveau, disent « mettre à profit la déflation du coût des services ». Une étude effectuée vers le milieu de 2003 par Gartner Inc. prévoyait qu'au moins un emploi technologique sur dix aux États-Unis d'Amérique serait déplacé hors du pays d'ici à la fin de 2004. Dans certaines parties du pays, délocalisation et externalisation sont devenues des enjeux politiques.

Les prochaines étapes

La S & T aux États-Unis d'Amérique continue de sous-tendre l'économie nationale, à certains égards la plus novatrice du monde. Les meilleures universités et institutions de recherche des États-Unis d'Amérique demeurent au premier rang mondial. Aux États-Unis d'Amérique, l'invention et l'innovation bénéficient d'un contexte politique national encourageant et efficace. Le pays a, au minimum, sa part des meilleures entreprises du monde.

Cependant, les temps changent. Tout comme le XX^e siècle a vécu l'accroissement de la compétition entre les sociétés à l'échelle mondiale, le XXI^e sera évidemment le témoin de l'intensification de la compétition entre les individus, car, pour la première fois dans l'Histoire, la technologie a permis à des professionnels bien formés d'autres pays de prétendre à

des emplois aux États-Unis d'Amérique sans s'expatrier. Cette tendance, plus que n'importe quelle autre, doit être considérée comme le signal qu'il faut améliorer l'enseignement aux États-Unis d'Amérique, plus particulièrement celui de la science et des disciplines de l'ingénieur. Puisque les ressources humaines sont les ressources nationales les plus importantes, leur développement doit être la priorité absolue des années à venir. Faute de quoi, les États-Unis d'Amérique ne seront plus en mesure de conserver leur rôle de chef de file en matière de science, de technologie et de prospérité économique.

RÉFÉRENCES ET LECTURES COMPLÉMENTAIRES

American Association for the Advancement of Science (AAAS). 2003. *R & D Budget Program*. Arlington, Virginie, National Science Foundation, Division of Science Resources Statistics.

Bush, V. 1945. *Science – the Endless Frontier: a Report to the President on a Program for Postwar Scientific Research*. Washington, D. C., US Government Printing Office. (Rapport intégral : www.nsf.gov/od/lpa/nsf50/vbush1945.htm.)

Carnegie Institution of Washington. 2003. *Spectra*.

Chemical and Engineering News, 22 décembre 2003, p 13.

National Science Foundation. 2001. *Survey of Industrial Research and Development*.

Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology. 2003. *White Paper on Science and Technology*. Tokyo, MEXT. (Cette édition et les précédentes abordent nombre des questions traitées dans le présent article d'un point de vue comparatif.)

—. 2000. *Science and Engineering Indicators – 2000*. Arlington (Virginie), National Science Board. (NSB-00-1.)

—. 2002a. *Science and Engineering Indicators - 2002*. Arlington (Virginie), National Science Board. (NSB-00-1.)

—. 2002b. *National Patterns of R & D Resources : 2002 (Data update)*. Arlington (Virginie), National Science Foundation.

Rai, A. K.; Eisenberg, R. S. 2003. Bayh-Dole Reform and the Progress of Biomedicine. *American Scientist*, janvier-février.

Science, 5 mars 2004.

Science, 19 décembre 2003.

Les publications de l'Institut de la recherche industrielle (IRI), par exemple, *Research Technology Management*, la revue phare de l'IRI, constituent une mine d'excellents articles sur la gestion et l'évaluation de la R & D industrielle, ainsi que sur d'autres meilleures pratiques concernant celle-ci.

J. Thomas Ratchford est professeur principal invité au Centre national pour la technologie et le droit de la faculté de droit de l'Université George Mason, où il dirige le programme de politique scientifique et commerciale. Il est aussi directeur de STTA, LC, une société qui propose des services d'analyse, de gestion et de conseil à des entreprises, des établissements d'enseignement et des organismes à but non lucratif aux États-Unis d'Amérique et à l'étranger.

Auparavant, il était directeur adjoint pour la politique et les affaires internationales de l'Office de la politique scientifique et technologique (OSTP) de la Maison-Blanche. Avant d'être confirmé en 1989 par le Sénat dans ses fonctions à l'OSTP, il était directeur adjoint de l'Association américaine pour le progrès de la science (AAAS).

Spécialiste des matières condensées, il a fait partie du personnel enseignant et de recherche de plusieurs universités et laboratoires. En tant que membre du personnel spécialisé du Comité pour la science de la Chambre des représentants des États-Unis d'Amérique dans les années 70, il a été l'un des premiers scientifiques à travailler à plein temps pour le Congrès. Il a présidé des comités consultatifs extérieurs pour diverses organisations et coprésidé actuellement une initiative bilatérale États-Unis d'Amérique-Chine concernant les politiques scientifiques.

William A. Blanpied est chercheur de haut niveau invité collaborant au programme de politique scientifique et commerciale de la George Mason University, aux États-Unis d'Amérique. Jusqu'à ce qu'il soit retraité du gouvernement fédéral en janvier 2003, il était analyste international en chef à la Fondation nationale pour la science (NSF) depuis 1983. Avant d'entrer à la NSF à titre de directeur du programme pour l'éthique et le respect des valeurs humaines dans la science et la technologie en 1976, il a occupé des postes d'enseignant dans les départements de physique des Universités de Case Western Reserve, de Yale et Harvard, où il pratiquait la recherche en physique expérimentale des particules. Lorsqu'il était à Harvard, il a créé un bulletin international, dont il a été le premier rédacteur en chef et qui est devenu depuis la revue trimestrielle *Science, Technology and Human Values*. Il a quitté Harvard en 1974 pour diriger la Division des programmes du secteur public à l'Association américaine pour le progrès de la science (AAAS).

Il a passé son doctorat de physique à l'Université de Princeton en 1959. Il est membre de l'AAAS et de l'American Physical Society. Il a écrit ou coécrit trois ouvrages et publié de nombreux articles et comptes rendus dans la littérature spécialisée tant nationale qu'internationale dans les domaines de la physique, de l'histoire des sciences, de la science internationale et de la politique scientifique. En avril 2003, il a été nommé membre affilié international de l'Institut national des politiques scientifiques et technologiques de Tokyo, après avoir passé trois années, de 1999 à la fin de 2003, comme directeur de la Fondation nationale pour la science du Bureau régional de Tokyo. Pendant le semestre d'automne de 2003, il a été professeur invité à l'École de la politique et de la gestion publique de l'Université Tsinghua, à Beijing.

L'Amérique latine et les Caraïbes hispanophones

ANA MARÍA CETTO et HEBE VESSURI

Du fait de la tendance générale à la mondialisation, l'activité scientifique internationale se caractérise actuellement par un dynamisme et une interactivité sans précédent. La coopération scientifique s'est intensifiée et diversifiée ces dernières décennies grâce à une plus grande mobilité et à l'utilisation de nouveaux canaux de communication, à la création de mécanismes et d'instruments spécifiques, à la participation de nouveaux acteurs et à un regain d'intérêt et de préoccupation pour les problèmes qui transcendent les frontières géopolitiques ou requièrent des installations coûteuses. La coopération s'est étendue à pratiquement tous les domaines du savoir et, d'une manière ou d'une autre, tous les pays y prennent part. L'impact de ces nouvelles formes de coopération sur la science et les questions scientifiques est nettement visible dans la façon dont la science est organisée, dans ses activités et dans ses résultats. Pour refléter cette nouvelle dimension, le présent chapitre est spécifiquement axé sur la coopération scientifique internationale en Amérique latine et dans les Caraïbes.

L'Amérique latine n'est nullement restée à l'écart de ce processus. Comment la coopération est-elle organisée dans la région, quelles sont ses motivations, comment fonctionne-t-elle, à quels obstacles et à quels défis est-elle confrontée ? Tire-t-elle pleinement parti des opportunités et les exploite-t-elle au mieux pour le bien de la science en Amérique latine ? Cette coopération a-t-elle aidé l'Amérique latine dans son processus d'intégration au niveau international ? Les pays de la région participent-ils tous à ce processus ?

Nous avons jugé opportun de poser des questions comme celles-ci et de contribuer à leur trouver des réponses. Pour ce faire, il a fallu procéder à un exercice préalable de collecte et de systématisation d'un ensemble d'informations qui sont pour l'instant très dispersées et même parfois indisponibles. Comme nous ne le savons que trop, il y a quantité de données sur la collaboration scientifique qui ne sont jamais consignées dans les rapports. De même, il serait absurde de prétendre que le présent chapitre rend pleinement et fidèlement compte de tout ce qui se passe en termes de coopération scientifique dans la région. Il constitue plutôt le résultat partiel d'un effort sérieux, quoique nécessairement limité, dont nous espérons qu'il pourra aider et guider tous nos lecteurs portant un intérêt

particulier à la question. Nous soulignerons d'emblée la faiblesse du niveau d'activité dans la région latino-américaine et l'existence d'un potentiel supérieur de participation, et nous indiquerons les domaines qui nous paraissent représenter les principaux atouts ainsi que les principales menaces.

Comme il est d'usage, l'expression « Amérique latine » (ou LAC) sera employée dans le présent chapitre pour couvrir tous les pays du sous-continent, dont ceux des Caraïbes ; nous nous efforcerons néanmoins d'éviter tout double emploi avec le chapitre traitant des pays non hispanophones qui figure dans le présent rapport.

COOPÉRATION POUR LE DÉVELOPPEMENT

Ce n'est pas une coïncidence si le thème de la coopération internationale a acquis une importance particulière à la Conférence mondiale sur la science (Budapest, 1999), organisée par l'UNESCO et le Conseil international pour la science (CIUS), où les scientifiques et la société ont réaffirmé leur engagement d'affronter ensemble les défis du développement durable. Aujourd'hui, des initiatives considérables sont en gestation dans le domaine de la coopération pour le développement, qui impliquent la définition de nouvelles stratégies comportant des critères plus fiables de sélection des programmes et des investissements dans la coopération scientifique et technique. La rénovation des accords institutionnels pour ces stratégies soulève invariablement les trois questions classiques : (1) Pourquoi ? La motivation est-elle solide ? (2) Quoi ? Les programmes sont-ils cohérents ? (3) Comment ? La mise en œuvre est-elle efficace ?

Les réponses à ces questions apportent un nouvel éclairage à la situation, reflétant dans une large mesure le rôle croissant de la science et de la technologie (S & T) comme facteur du développement dans les pays industrialisés et ceux en voie d'industrialisation, et la perception de ce rôle dans ces pays, toujours dans le contexte de l'intérêt national. Aujourd'hui, les pays en développement – et tous les pays d'Amérique latine appartiennent d'une manière ou d'une autre à cette catégorie – sont tous plus ou moins conscients de la nécessité de renforcer leurs capacités de S & T, encore faibles, et de recourir à cet effet à la coopération, qui est pour eux un des

moteurs permettant d'élargir leur horizon au-delà de leurs frontières nationales. Avec le temps, la recherche d'une assistance technique purement unilatérale cède la place à un concept plus complet et plus équitable, celui d'une coopération entre des parties qui, bien qu'inégales, sont fondées à participer pleinement à la définition de ses modalités et de ses paramètres. Cela implique forcément la mise en place par les gouvernements d'une capacité nationale permettant de déterminer et d'harmoniser l'action, et la volonté de travailler avec un large éventail de pays et d'institutions aux agendas et aux intérêts très hétérogènes.

La coopération scientifique en Amérique latine ne saurait être considérée comme quelque chose de marginal ou d'indépendant par rapport aux défis et aux faiblesses du développement. Sa vocation est au contraire d'aider à surmonter ces défis et ces faiblesses. Elle est obligée de tenir compte de la nécessité d'un équilibre satisfaisant entre croissance et équité, entre gestion et participation, entre actions à petite et à grande échelle, entre préoccupations immédiates et solutions à long terme, entre programmes mondiaux et attention aux besoins locaux, et elle doit obéir au bon sens – au sens de ce qui peut fonctionner, et pourquoi, et comment. Lorsque les ressources sont si limitées, alors que les besoins ne font que croître, ces critères sont particulièrement importants.

Pour les pays du Nord, la coopération avec l'Amérique latine a généralement été menée sur un plan institutionnel dans le cadre de l'« aide au développement ». En conséquence, des organismes de coopération scientifique et technique et d'autres instruments spécifiques ont été mis en place dans la plupart des pays de la région depuis les années 60. L'expérience accumulée pendant ces quarante années, la façon dont le concept même de développement a évolué, l'abandon progressif des reliquats du colonialisme et l'éloignement de plus en plus grand entre les éléments constitutifs de ce qu'on appelle le Tiers Monde contraignent les pays développés à mettre en question la pertinence de l'« aide » qu'ils fournissent et à réviser leurs politiques de coopération en vue d'accroître son efficacité au regard des trois questions évoquées plus haut. Il ne faut cependant pas perdre de vue le fait que les pays industrialisés sont ceux qui ont le plus intérêt à coopérer

avec leurs homologues. Lorsque les pays voient dans la S & T un moyen de se positionner sur le marché international, l'esprit traditionnel de coopération est facilement éclipsé par l'impératif national de concurrence.

Quand nous parlons de concurrence internationale, il s'agit d'un équilibre des pouvoirs, tant au niveau des institutions qu'à celui des individus concernés. D'où l'importance de mettre en place une capacité de partenariat coopératif. Dans toute forme de collaboration, il existe une asymétrie qu'il faut admettre; son résultat est mutuellement bénéfique précisément dans les cas où il y a des objectifs communs et où les deux parties font de leur mieux pour donner et recevoir, sans que cela implique nécessairement l'égalité quantitative ou qualitative de leurs contributions. Il est clair que, dans la pratique, ces principes s'appliquent mieux dans certains domaines que dans d'autres, et aussi dans certaines circonstances.

Dans les pages qui suivent, l'expérience concrète de l'Amérique latine est présentée au moyen d'une récapitulation forcément brève et schématique des programmes et des actions de coopération entre pays de la région et avec le reste du monde. Faute de place, cette récapitulation sera fondée sur une sélection, arbitraire comme le sont toutes les sélections, d'exemples qui peuvent servir à illustrer des expériences de coopération dans divers domaines. Toutefois, au préalable, nous fournirons un certain nombre d'indicateurs de base qui donnent une idée quantitative du contexte global dans lequel la science et la coopération progressent en Amérique latine.

INDICATEURS DE BASE

Le tableau 1 fournit des indicateurs contextuels, alors que le tableau 2 contient des chiffres se rapportant à la science, à la technologie et à l'enseignement supérieur. La plupart de ces données sont elles-mêmes un produit de la coopération régionale et internationale : elles ont été élaborées par le Réseau ibéro-américain d'indicateurs de science et de technologie (Red Iberoamericana de Ciencia y Tecnología, RICYT) sur la base d'informations fournies par ses pays membres, conformément aux règles du *Manuel de Frascati* de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE), ajustées pour tenir compte des caractéristiques des pays d'Amérique latine.

Tableau 1
 INDICATEURS CONTEXTUELS POUR L'AMÉRIQUE
 LATINE ET LES CARAÏBES, 2000

	Population (millions)	PIB		IDH ¹
		Total (millions de dollars)	Par habitant (dollars)	
Argentine	35,85	284 204	7 900	0,844
Barbade	0,27	2 155	8 000	0,871
Bolivie	8,20	8 729	1 100	0,653
Brésil	166,11	594 247	3 600	0,757
Chili	14,69	70 019	4 800	0,831
Colombie	42,32	85 243	2 000	0,772
Costa Rica	3,81	11 301 ²	3 000	0,820
Cuba	11,22	27 635	2 500	0,795
Rép. Dominicaine	8,55	19 723	2 300	0,727
Équateur	12,64	13 649	1 100	0,732
El Salvador	6,26	13 217	2 100	0,706
Guatemala	11,39	19 332	1 700	0,631
Guyana	0,77 ³	601 ³	800	0,708
Haïti	8,09 ²	4 234 ²	500	0,471
Honduras	6,60	5 831	900	0,638
Jamaïque	2,56 ²	7 083 ²	2 800	0,742
Mexique	97,36	574 512	5 900	0,796
Nicaragua	5,07	2 423	500	0,635
Panama	3,00	11 196	3 700	0,787
Paraguay	5,78	7 727	1 300	0,740
Pérou	25,94	53 512	2 100	0,747
Trinité-et- Tobago	1,29	8 107	6 300	0,805
Uruguay	3,32	20 053	6 000	0,831
Venezuela	24,17	121 263	5 000	0,770
Amérique latine	483,06	1 944 918	3 900	-
LAC⁴	505,26	1 965 996	3 900	0,767
Ibéro-Amérique	542,97	2 920 328	5 400	-
Sous-total	868,08	13 689 205	15 800	
Canada	30,77	874 398	28 400	
Portugal	9,99 ²	175 074	17 500	0,880
Espagnol	39,93	800 837	20 100	0,913
États-Unis d'Amérique	282,13	9 872 900	35 000	0,939
MONDE	6 054,10	31 499 000	5 200	0,722

1 Indicateur du développement humain.

2 1999.

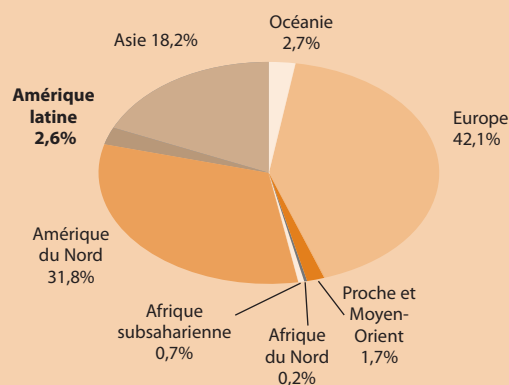
3 1998.

4 Y compris les pays non latins des Caraïbes.

Source : pour la population et le PIB : RICYT (2002), *El Estado de la ciencia. Principales Indicadores de ciencia y tecnología iberoamericanos/interamericanos 2002*, Réseau ibéro-américain d'indicateurs de science et technologie, Buenos Aires ; pour l'IDH : PNUD (2004), *Rapport mondial sur le développement humain 2003* ; pour le total mondial : Banque mondiale (2003), *World Development Indicators*.

À des fins de comparaison, nous présentons ici les chiffres les plus récents généralement disponibles. On peut ainsi constater qu'il existe des différences considérables entre les pays, non seulement pour ce qui est de la taille et de la population, mais aussi pour ce qui est du financement de la S & T et des ressources humaines consacrées aux activités dans ce domaine. Il faut préciser que, dans la plupart des cas, le taux d'investissement dans la S & T continue de connaître des fluctuations notables d'une année à l'autre, en fonction des circonstances économiques et politiques, qui ont naturellement une incidence sur la stabilité et le potentiel de développement des systèmes nationaux de S & T. Toutefois, dans l'ensemble, ces indicateurs mettent en évidence le problème général d'un sérieux manque de ressources, tant humaines que financières, pour les activités de S & T dans la région.

Quelques chiffres supplémentaires peuvent aider à situer la région LAC dans le contexte mondial (tableau 3). Alors qu'elle représente 8,3 % de la population mondiale et 8,9 % du PIB mondial, elle ne représente que 3,2 % des dépenses mondiales de recherche-développement (R & D), tandis que

 Figure 1
 PART DE L'AMÉRIQUE LATINE DANS LES
 PUBLICATIONS SCIENTIFIQUES DU MONDE, 2001


Source : OST (2004), *Principaux indicateurs S&T*, Observatoire des sciences et des techniques, Paris.

Tableau 2
 INDICATEURS DE LA S & T POUR L'AMÉRIQUE LATINE ET LES CARAÏBES, 2000

	Dépenses de S & T en % du PIB, 2000		Personnel de S & T ¹ 1999-2000		Diplômés de l'enseignement supérieur ² , 2000	Doctorats, ² 2000	
	S & T ³	R & D	Total	Chercheurs		Total	Par million d'habitants
Argentine	0,50	0,44	52 836	35 015	23 162 ⁴	–	–
Bolivie	0,54	0,28	1 310	1 050	3 575	8 ⁵	1,0
Brésil	–	1,05	163 945	77 822	95 455 ⁴	3 687	22,2
Chile	–	0,56	13 300	6 105	16 012	75	5,1
Colombie	0,36	0,18	9 653	4 987	33 184 ⁴	–	–
Costa Rica	1,58 ⁴	0,35 ⁴	–	–	–	–	–
Cuba	1,05	0,53	64 074	5 378	8 130	175	15,6
Équateur	0,19	–	–	–	–	–	–
El Salvador	0,84 ⁷	0,08 ⁷	–	1 172	4 240	–	–
Guatemala	–	–	–	–	2 344 ⁴	–	–
Honduras	0,06	0,05	2 167	479	2 349	–	–
Mexique	–	0,40	–	–	86 527	667	6,9
Panama	0,91	0,40	1 676	446	3 456	–	–
Paraguay	1,00 ⁵	0,08 ⁵	2 322 ⁵	543 ⁵	706	8 ⁵	1,4
Pérou	1,29	0,11	–	–	16 012	1 ⁷	–
Trinité-et-Tobago	–	–	1 732	547	495	9	7,0
Uruguay	–	0,24	3 874	2 513	1 683	19	5,7
Venezuela	–	–	–	4 688	11 367 ⁷	–	–
LAC	0,79	0,58	–	235 495	319 435	5 017	10,2
Ibéro-Amérique	–	0,69	–	385 378	372 927	10 772	21,3
Canada	–	1,81	140 440 ^{6,4}	90 810 ^{6,4}	35 193 ⁷	2 320 ⁷	75,4
Portugal	–	0,77 ⁴	36 872 ⁴	28 375 ⁴	–	534	–
Espagne	–	0,94	178 188 ⁴	116 595 ⁴	40 342	3 920	98,2
États-Unis d'Amérique	–	2,68	–	1 943 000 ⁴	317 553	20 005	70,9
Total	–	2,21	–	2 413 544	729 604	33 488	61,7

1. Nombre d'individus.

2. Sciences exactes et naturelles, ingénierie et technologie, sciences médicales et agronomie.

3. Y compris la R & D.

4. 1999.

5. 2001.

6. Équivalent plein temps.

7. 1998.

Source : RICYT (2002). *El Estado de la ciencia. Principales Indicadores de ciencia y tecnología iberoamericanos/ Interamericanos 2002*, Réseau ibéro-américain d'indicateurs de science et technologie, Buenos Aires.

l'Asie, avec six fois sa population, en représente 35 % (OST, 2004). Les nations les plus riches consacrent chacune entre 2 % et 3 % de leur PIB à la R & D, alors que les pays de la région LAC lui consacrent généralement entre 0,1 % et 1 % de leur PIB, avec une moyenne de 0,6 %. Seules les nations non industrialisées d'Asie (à l'exclusion de l'Inde) et celles d'Afrique subsaharienne consacrent un pourcentage plus faible de leur PIB à la R & D, à l'exception de l'Afrique du Sud (0,8 %). Lorsque les chiffres de ces pays sont considérés dans leur ensemble, on observe une corrélation relativement nette

entre ce pourcentage et le PIB par habitant. La distance entre la région LAC et le groupe des pays les plus développés est si grande qu'elle suffit à réaffirmer la nécessité du développement de la S & T dans la région, à la fois pour exploiter les idées originales, innovantes, et pour tirer un parti maximal des efforts de coopération régionale.

Un indicateur couramment employé pour comparer la production scientifique est le volume des contributions aux publications et périodiques spécialisés, quoiqu'il soit bien connu qu'il s'agit là d'un indicateur incomplet et imparfait

Tableau 3
PART DE L'AMÉRIQUE LATINE DANS LA DIRD,
LE PIB ET LA POPULATION DU MONDE, 2001
Par région

	Population (millions)	Population mondiale (%)	PIB mondial (%)	DIRD mondiale (%)
Europe ¹	881	14,5	26,6	27,6
Proche et Moyen-Orient	225	3,7	2,9	1,1
Afrique du Nord	122	2,0	0,9	ns ²
Afrique subsaharienne	644	10,6	2,9	0,6
Amérique du Nord	317	5,2	21,2	35,9
Amérique latine	505	8,3	8,9	3,2
Asie	3 386	55,0	35,0	30,1
Océanie	30	0,5	1,5	1,3

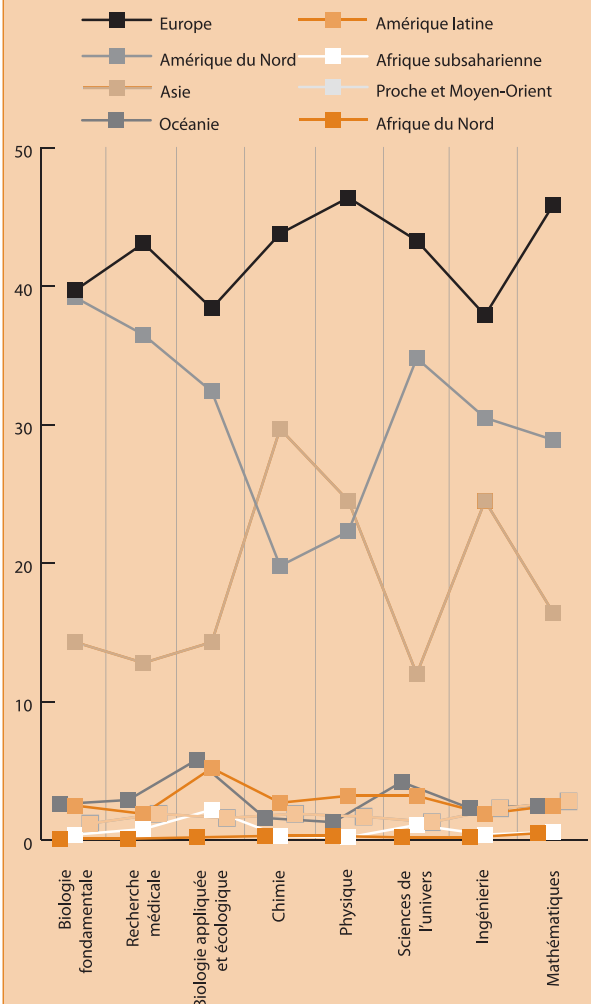
1. Y compris la Fédération de Russie et la Turquie.
2. Non significatif.

Sources : données de l'OCDE, de l'UNESCO, d'Eurostat et d'Atlasco publiées dans OST (2004), *Principaux indicateurs S&T*, Observatoire des sciences et des techniques, Paris.

parce qu'il omet d'autres produits de l'activité scientifique tels que les manuels, les monographies, les vulgarisations, la mise en place de laboratoires, l'enregistrement de brevets, etc. Dans les statistiques internationales pour 2001, la région LAC enregistre une contribution de 2,6 % seulement (figure 1) du total mondial des publications sur la base des articles publiés dans les périodiques courants, à savoir ceux qui sont recensés par l'Institute for Scientific Information (ISI) (dans SCI et COMPUMATH). Bien que ce chiffre ait augmenté ces dernières années (il n'atteignait que 1,4 % en 1990 et 1,8 % en 1997), il est nettement inférieur à celui de l'Asie (18,2 %) et presque insignifiant comparé aux chiffres de l'Amérique du Nord (31,8 %) et de l'Europe (42,1 %) (OST, 2004).

Lorsqu'on analyse la répartition de ces publications par discipline scientifique, on constate des variations considérables, comme on peut le voir dans la figure 2. Un relatif point fort de la région est représenté par les sciences biologiques, en particulier dans les domaines de la biologie appliquée et de la biologie écologique, mais on observe la faiblesse de l'ingénierie et de la recherche médicale, sur la

Figure 2
RÉPARTITION RÉGIONALE DES PUBLICATIONS
SCIENTIFIQUES PAR DISCIPLINE,
2001
En pourcentage du total mondial



Sources : données de l'Institute for Scientific Information (ISI), Thomson Scientific, Philadelphie, États-Unis d'Amérique ; OST (2004), *Principaux indicateurs S&T*, Observatoire des sciences et des techniques, Paris.

base de leur présence dans les revues listées par l'ISI. Si l'on utilise différentes bases de données, les pourcentages de la contribution de la région LAC sont variables, comme on peut le voir dans le tableau 4 et la figure 3, le chiffre le plus élevé étant celui qui est enregistré pour la recherche agronomique (6,4 % selon le *Commonwealth Agricultural Bureau*).

Tableau 4
PUBLICATIONS MENTIONNÉES DANS LES BASES DE DONNÉES, AMÉRIQUE LATINE ET CARAÏBES, 2000

	LAC	Ibéro-Amérique	Total mondial
SciSearch	28 657	55 661	988 156
CA	13 651	28 277	757 444
Biosis	16 246	30 037	572 218
Pascal	13 555	29 173	511 617
Medline	8 584	19 429	479 731
Inspec	6 882	13 890	335 089
Compendex	4 692	9 810	228 235
CAB	10 431	14 499	162 507

Source : RICYT (2002), *El Estado de la ciencia. Principales Indicadores de ciencia y tecnología iberoamericanos/interamericanos 2002*, Réseau ibéro-américain d'indicateurs de science et technologie, Buenos Aires.

Les contributions relatives des différents pays de la région à ces publications sont très inégales. Le Brésil en représente invariablement plus de 40 %, l'Argentine et le Mexique 20 %, le Chili, le Venezuela, Cuba et la Colombie moins de 8 % chacun, et les pays restants une part équivalente.

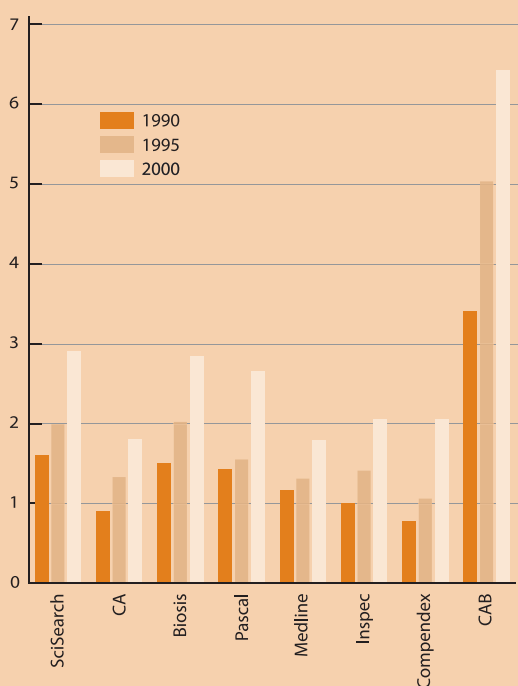
CARACTÉRISTIQUES DE LA COOPÉRATION SCIENTIFIQUE

La collaboration scientifique est un phénomène ancien; on sait en effet que le premier article publié par plusieurs auteurs remonte à 1678. La collaboration de ce type peut prendre diverses formes à différents niveaux, d'un simple avis, de la fourniture d'une information ou de l'échange d'idées à la mise en œuvre d'un projet de recherche. Bien que la collaboration soit ordinairement dictée par la nécessité de contributions spécialisées pour atteindre des objectifs de recherche, il existe nombre d'autres raisons pour lesquelles les scientifiques collaborent, que ce soit pour acquérir de nouvelles compétences ou connaissances, enrichir mutuellement leurs idées, accéder à des laboratoires, des données locales ou des spécimens coûteux, étendre l'impact ou le champ d'influence de leurs travaux, ou simplement travailler dans une atmosphère différente ou avec des collègues d'autres régions du monde.

La collaboration individuelle continue à constituer la base de la coopération scientifique, même lorsqu'elle est organisée entre institutions ou internationalement. Dans le cas de la région LAC, une part notable de cette collaboration interpersonnelle a pour origine les séjours effectués par les scientifiques à l'étranger pour leur formation, principalement dans des institutions des pays développés, et cette collaboration se poursuit parfois de nombreuses années sur la même base. L'influence de ce phénomène sur le type d'activité scientifique pratiqué dans les pays de la région, sur les disciplines choisies, les moyens de publication, etc., est évidente, surtout dans les domaines les plus fondamentaux de la physique, des mathématiques, de la chimie et de la biologie.

Il existe cependant beaucoup d'autres initiatives qui donnent naissance à une coopération. Ces initiatives viennent parfois de scientifiques des pays du Nord qui ont besoin d'accéder à un domaine ou une ressource particuliers se

Figure 3
PART DE L'AMÉRIQUE LATINE DANS LES PUBLICATIONS SCIENTIFIQUES PARAISSANT DANS LE MONDE, 2001
En pourcentage du total mondial



Source : OST (2004), *Principaux indicateurs S&T*, Observatoire des sciences et des techniques, Paris.

trouvant en Amérique latine; en pareil cas, il en résulte souvent – mais pas toujours – une collaboration avec les scientifiques locaux, généralement dans des domaines comme la géophysique, la botanique, l'écologie et la géologie. Dans d'autres cas, peut-être moins fréquents, la coopération porte sur des recherches représentant une priorité pour les pays de la région, généralement en agronomie, santé publique, environnement, eau et biodiversité.

Il y a eu récemment un accroissement de l'influence exercée par les organisations spécialement créées pour la coopération, ou par celles qui ont la coopération parmi leurs attributions. Cette influence a parfois eu pour résultat le soutien ou le renforcement de formes de collaboration préexistantes, ou a signifié un changement d'orientation ou même la création de nouveaux domaines ou de nouvelles modalités de collaboration. Il est certain que l'allocation de fonds s'avère un facteur important et parfois déterminant des décisions sur les projets de coopération.

Pour les raisons indiquées plus haut, il est difficile d'obtenir des informations sur la coopération internationale, et ces informations sont souvent partielles, confuses et fragmentaires, ce qui complique l'analyse. Les principaux matériels contenant des informations pertinentes sur la coopération dans et avec la région LAC, qui ont aussi servi à rédiger le présent chapitre, sont les suivants :

- les rapports et documents officiels et les pages Web (des institutions, organismes et organisations de coopération);
- les bases de données sur la production scientifique (en particulier sur les copublications);
- les études et analyses d'experts de la discipline (normalement menées dans un but précis, sur la base d'informations préalables et d'entretiens spécialement réalisés).

Étant donné la multiplicité des niveaux et des acteurs participant à la coopération, toute méthode de classement de l'information risque d'être à certains égards arbitraire. Conscientes des problèmes que cela peut poser, nous avons organisé cet exposé sous deux principales rubriques : la coopération entre groupes ou institutions et la coopération à l'échelon international (bilatérale et multilatérale; organismes internationaux de financement).

COOPÉRATION ENTRE GROUPES OU INSTITUTIONS

Laboratoires et chercheurs

Le niveau considéré ici est celui auquel la recherche est effectivement menée et auquel les connaissances sont produites. En pratique, les exemples de ce type de coopération prennent la forme de périodes passées par les chercheurs, les étudiants en doctorat ou postdoctorat dans des laboratoires étrangers, de l'envoi de résultats préliminaires ou d'échantillons, de séminaires, de colloques et autres réunions similaires, et ces activités sont menées selon deux modalités différentes :

- elles sont fondées sur des traités ou des accords et sont le résultat matériel de ces accords; elles passent parfois par la participation à des institutions ou organisations internationales – telles que les centres agronomiques internationaux du CGIAR ou le Centre international de physique théorique de Trieste – ou par des initiatives nationales ou régionales comme les accords bilatéraux entre organismes nationaux de S & T d'Ibéro-Amérique ou le SHIP (système de l'hémisphère Sud pour les échanges d'étudiants faisant des études universitaires supérieures), ou des institutions internationales comme les programmes INCOS et ALFA (Amérique latine-Formation académique) de l'Union européenne, le PICS (Programme international de coopération scientifique), l'ECOS (Évaluation-orientation de la coopération scientifique) en France, le CYTED (Programme ibéro-américain de sciences et technologie pour le développement) en Espagne, etc.;
- ou elles sont menées directement à l'initiative des parties concernées, sans référence à des accords de plus grande portée, bien qu'elles donnent souvent naissance à de tels accords.

D'une manière générale, il n'est pas tenu systématiquement d'archiver de la coopération scientifique et de ses résultats. Certains produits sont de nature tangible et peuvent donner une idée ne serait-ce que partielle, tandis que d'autres sont immatériels et dans bien des cas d'un grand intérêt et d'une grande portée, au-delà de leur contenu purement scientifique. La collaboration est toujours censée produire quelque chose qui ne pourrait pas être obtenu par les mêmes parties travaillant

isolément; toutefois, il est fréquent que cette valeur ajoutée ne soit pas comptabilisée, et elle ne fait même pas partie des objectifs explicites. C'est particulièrement le cas de la « collaboration spontanée », qui naît d'initiatives prises par des collègues ou des groupes de recherche.

Un des principaux instruments dont on se sert actuellement comme indicateur partiel de la coopération internationale entre scientifiques est l'analyse bibliométrique des copublications. Bien que nous sachions que l'utilisation des bases de données internationales présente de sérieuses déficiences, surtout en ce qui concerne les pays de niveau intermédiaire de développement, il n'existe pas encore d'autres sources de données susceptibles d'offrir une image plus représentative. Les bases de données les plus couramment utilisées pour ces études sont, une fois encore, celles de l'ISI, qui tient une liste complète des noms et adresses des auteurs. En conséquence, les données enregistrées se réfèrent là encore à la « science ordinaire », et il faut garder à l'esprit que cela ne couvre pas toute la coopération, en particulier entre collègues latino-américains. Il importe de rappeler que les scientifiques latino-américains publient leurs travaux dans une large mesure – difficile à évaluer

mais probablement de l'ordre de 50 % – dans des périodiques non couverts par l'ISI, surtout dans les domaines les plus appliqués ou d'intérêt plus particulièrement local.

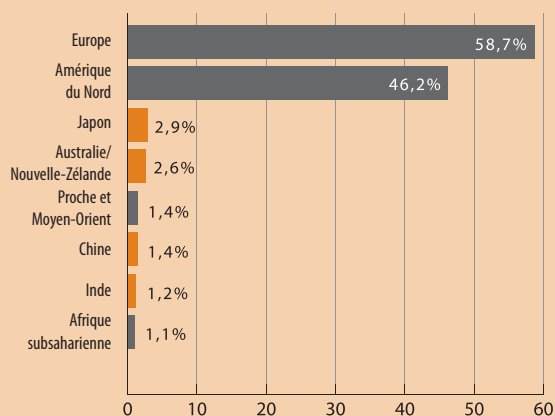
Les études internationales indiquent une tendance globale notable à l'accroissement de la collaboration durant ces dernières décennies : le nombre moyen d'auteurs par document est passé de 1,83 en 1955 à 3,89 en 1998, tandis que le pourcentage de documents signés d'un seul auteur a chuté. Une analyse de la copublication internationale révèle la prédominance des États-Unis d'Amérique, avec une récente augmentation de l'interaction entre deux ou plusieurs continents, hors des domaines traditionnels de la science lourde tels que les études spatiales et les études de la physique expérimentale des hautes énergies. Parmi les pays européens, l'Espagne conserve des relations étroites avec l'Amérique latine (sauf le Brésil), ses relations de collaboration les plus intenses étant celles qui existent avec Cuba. Une analyse statistique des chiffres semble indiquer que la copublication accroît la productivité des pays et des auteurs concernés, ainsi que la visibilité et l'impact de leurs travaux (mesurés par les examens par les pairs et la fréquence des citations).

Pour ce qui est des pays de la région LAC, les chiffres globaux (en excluant les pays non latins des Caraïbes) indiquent un pourcentage relativement faible de collaboration : la région représente environ 6 % de la collaboration avec l'Europe et l'Amérique du Nord (c'est en fait la région qui collabore le moins avec les pays les plus avancés sur le plan scientifique) et seulement 1 % de la collaboration avec les autres pays du monde.

La figure 4 révèle des préférences marquées dans la répartition en pourcentage des régions ou pays avec lesquels collaborent les scientifiques latino-américains. Traditionnellement, il y a une nette prédominance de l'Europe et des États-Unis d'Amérique. Il est néanmoins intéressant de noter une progression substantielle des copublications avec des scientifiques asiatiques, passées de 6 % en 1997 à plus de 18 % en 2001. Lorsqu'on ventile par pays les données concernant les copublications, on peut constater la nette prédominance de la France, suivie du Royaume-Uni, de l'Allemagne et de l'Espagne (Fernández, 2004).

Figure 4
COPUBLICATIONS IMPLIQUANT DES AUTEURS
LATINO-AMÉRICAINS, 2001

Par pays et région



Note : ces chiffres tiennent compte de la présence de coauteurs et leur total n'est pas égal à 100 %.

Source : OST (2004), *Principaux indicateurs S&T*, Observatoire des sciences et des techniques, Paris.

Tableau 5
COLLABORATION INTERNATIONALE DANS LA
RÉGION LAC ET HORS DE LA RÉGION, 1999-2002

	Collaboration internationale	Dans la région LAC	Avec l'UE	Avec les États-Unis d'Amérique
Argentine	5 391	1 566	3 296	2 304
Barbades	83	14	28	57
Belize	14	2	4	14
Bolivie	245	94	164	99
Brésil	13 110	2 058	6 761	5 813
Chili	3 484	837	2 081	1 625
Colombie	1 337	529	740	679
Costa Rica	500	144	236	289
Cuba	718	558	624	102
Rép. Dominicaine	87	34	27	70
Équateur	276	121	182	164
El Salvador	29	17	13	19
Guatemala	202	74	66	152
Haïti	44	7	8	39
Honduras	76	38	39	51
Jamaïque	236	31	93	135
Mexique	7 392	1 357	3 392	3 632
Nicaragua	82	36	52	46
Panama	321	61	106	220
Paraguay	71	34	44	35
Pérou	595	209	254	378
Trinité-et-Tobago	189	19	77	70
Uruguay	552	325	343	242
Venezuela	1 461	415	780	655

Source : données de l'ISI, fournies par Fernández (2004).

Le tableau 5 indique le nombre de copublications réalisées en Amérique latine avec l'Europe et les États-Unis d'Amérique entre 1999 et 2002. Il y a un net contraste entre les pays qui tendent à coopérer davantage avec l'Europe (Bolivie, Cuba et, dans une mesure moindre, Argentine, Brésil et Chili) et les autres, qui préfèrent travailler avec les États-Unis d'Amérique (pays d'Amérique centrale, République Dominicaine, pays non latins des Caraïbes et, dans une mesure moindre, Pérou et Mexique). Seuls quelques pays de la région manifestent une tendance à coopérer entre eux : Uruguay, Cuba et, dans une plus faible proportion, Paraguay.

En revanche, une analyse des communications présentées à l'occasion de réunions régionales (qui ne sont normalement pas comptabilisées dans les revues de l'ISI) dans le domaine

de l'optique, dont 20 % sont issues d'une collaboration internationale, montre une nette augmentation de la collaboration entre collègues ibéro-américains et un recul simultané des collaborations avec le reste du monde (Gaggioli, 2001).

Il convient de mentionner une analyse des pays du MERCOSUR fondée sur les données de l'ISI et sur la base de données régionale PERIODICA. On peut constater que les scientifiques paraguayens ont tendance à publier dans le cadre de copublications internationales, mais pas avec leurs voisins, tandis qu'il y a un taux élevé de copublications entre l'Argentine et le Brésil, qui a progressé depuis 1986, date à laquelle ont été institués deux grands programmes de collaboration entre ces pays – l'École d'informatique (Escuela de Informática) et le CABBIO (voir page 61). En revanche, l'établissement du MERCOSUR en 1991 ne semble pas avoir eu d'effet notable sur les copublications entre les quatre pays membres (Narváez *et al.*, 1999).

Coopération entre institutions scientifiques

Les mécanismes les plus courants de coopération entre organismes de recherche, universités ou académies des sciences sont de deux types :

- accords de coopération bilatérale entre deux institutions de recherche spécifiant les buts, les méthodes et la durée des activités de coopération prévues ;
- appartenance de ces institutions à des structures permanentes de coordination et de programmation comme le CIUS, l'UNESCO, etc., qui sont examinées séparément.

Universités

D'une manière générale, les universités latino-américaines qui mènent des recherches et enseignent dans le domaine des sciences sont traditionnellement liées à la communauté internationale. On peut dire que leur capacité scientifique s'est pour l'essentiel développée grâce à des apports de la coopération, principalement avec les pays du Nord. Au cours des dernières décennies, les universités de presque tous les pays ont organisé leur coopération par l'intermédiaire d'unités spéciales, relevant généralement du bureau du recteur, qui sont

chargées d'élaborer et de mettre en œuvre des politiques de coopération, aux fins desquelles elles entretiennent des liens de plus en plus étroits avec les organismes régionaux et internationaux. La création même de ces unités reflète l'importance et la complexité croissantes de la coopération internationale pour les universités. Ces unités s'efforcent généralement de nouer les liens nécessaires avec les ministères des Affaires étrangères et les organismes nationaux de S & T de leurs pays de façon à coordonner plus efficacement leurs activités.

Dans certains cas, les universités ont des bureaux à l'étranger afin de soutenir leur internationalisation, comme l'Université du Chili, qui a créé *International University Exchange Inc.*

Ailleurs, on a vu apparaître des organismes nationaux comme l'Agence colombienne de coopération internationale et le Réseau colombien de coopération, créés pour relever le défi de l'internationalisation de l'enseignement supérieur. De même, au Mexique, l'Association nationale des universités et établissements d'enseignement supérieur (ANUIES) s'occupe de mettre en œuvre les accords internationaux généraux de coopération en matière de S & T.

L'importance croissante de la fonction de réglementation, en particulier pour l'assurance qualité, le financement, l'accréditation, la pertinence par rapport aux objectifs nationaux, l'équité et l'accès, paraît constituer une réponse nationale et régionale à une tendance vers une mobilité institutionnelle d'orientation plus commerciale traversant les frontières. Durant la dernière décennie, un nouveau type de mobilité académique est venu s'ajouter aux flux traditionnels d'étudiants et d'enseignants. Ce nouveau type de mobilité internationale est promu par des institutions et autres fournisseurs de services, mais aussi par des programmes et des cursus dans un nombre limité de pays.

L'Accord général sur le commerce des services (AGCS) de l'Organisation mondiale du commerce, adopté en 1995, étend le champ du commerce international à la sphère des services. Cet accord, qui est encore loin d'avoir fait ses preuves, laisse en suspens un certain nombre de questions, en particulier concernant les services publics. Certains craignent, par exemple, que l'AGCS ne risque de démanteler les

réglementations gouvernementales et d'éliminer les emplois du secteur public dans toute une série de secteurs des services, dont l'énergie, la distribution de l'eau, les services postaux et l'éducation. Ces craintes sont motivées par le fait que l'AGCS permet aux sociétés étrangères de conclure des contrats de services dans les pays parties à l'Accord. Dans un cas qui a connu un large écho, un consortium international s'est vu concéder la distribution de l'eau à Cochabamba (Bolivie), ce qui a provoqué des émeutes lorsque beaucoup de pauvres ont découvert que leurs factures d'eau avaient augmenté de manière vertigineuse.

Dans le domaine de l'éducation, un abandon général de l'aide au développement en faveur du commerce dans le domaine de l'enseignement supérieur transfrontalier pourrait défavoriser encore davantage le développement des institutions d'enseignement supérieur et des activités de recherche dans les pays en développement. On constate actuellement une tendance des universités latino-américaines à appuyer les Lignes directrices UNESCO-OCDE, qui donnent un cadre éducatif international à cet enseignement supérieur (Knight, 2004; Hugonnier, 2005).

Académies et sociétés scientifiques

Récemment, les académies nationales des sciences et leurs équivalents ont intensifié leurs programmes d'échanges de chercheurs et de membres correspondants, et les projets conjoints avec des institutions sœurs d'autres pays – en particulier avec la National Academy of Sciences des États-Unis d'Amérique, la Royal Society du Royaume-Uni et autres institutions européennes. Certaines académies ont aussi beaucoup fait pour promouvoir la coopération horizontale par la création de fédérations régionales ou sous-régionales, comme la Caribbean Scientific Union (Comunidad Científica del Caribe).

L'Académie des sciences d'Amérique latine (ACAL) a été fondée en 1982, avec le concours de l'Académie pontificale des sciences, et installée à Caracas. Afin de favoriser le développement et l'intégration de la région LAC, elle promeut la coopération entre institutions scientifiques, les échanges de chercheurs, les activités scientifiques régionales, la réalisation

d'études sur les politiques scientifiques et la diffusion de l'intérêt pour la science ainsi que l'éducation scientifique pour tous. Elle compte aujourd'hui 205 membres en Argentine, au Brésil, en Colombie, au Costa Rica, au Chili, à Cuba, en Équateur, au Guatemala, au Honduras, au Mexique, au Panama, au Pérou, en Uruguay et au Venezuela, et aussi en Allemagne, aux États-Unis d'Amérique et en France. Cependant, sa présence n'est guère visible dans la région. Ses membres sont des chercheurs reconnus, qui se cooptent. L'ACAL a dès ses débuts été parrainée par la Fondation Simón Bolívar, l'UNESCO, le CIUS et l'Académie des sciences du monde en développement (TWAS).

Les sociétés scientifiques nationales procèdent aussi à divers échanges, traditionnellement avec leurs homologues des pays du Nord, bien que récemment elles se soient beaucoup consacrées à la coopération régionale par la création de réseaux *ad hoc* ou leur intégration dans des réseaux existants (voir ci-dessous).

De plus, depuis 2000, les académies nationales argentine, bolivienne, brésilienne, chilienne, colombienne, cubaine, dominicaine, guatémaltèque, mexicaine, péruvienne et vénézuélienne sont membres actifs du Groupe interacadémies, en vue de renforcer leur capacité de participation aux questions de politique scientifique aux niveaux national et international.

Réseaux divers

Parmi les instruments qui contribuent le plus à faciliter la coopération multilatérale figurent les réseaux. À l'échelon international, ils sont en fait devenus un mécanisme de coopération qui a le soutien des scientifiques et de leurs organisations, et aussi des institutions qui les financent, grâce aux bénéfices considérables que procure la coopération pour un investissement initial modeste – même si le besoin d'un financement permanent stable pour garantir la continuité des activités est souvent négligé. La région LAC a vu apparaître de nombreux réseaux, par exemple :

- entre établissements universitaires tels que le Groupe de Montevideo, le Programme universitaire des Caraïbes (CULP), l'Union des universités d'Amérique latine (UDUAL,

voir encadré p. 63), le Réseau des universités du Mexique et d'Amérique centrale (ANUIES – Association nationale des universités et établissements d'enseignement supérieur, Mexique/CSUCA – Confédération des universités d'Amérique centrale), les réseaux d'universités avec les pays européens, etc., ou couvrant diverses activités scientifiques ;

- les réseaux spécialisés de coopération scientifique, reliant les sociétés scientifiques, les réseaux mixtes de sociétés et de gouvernements, et ceux de chercheurs, de laboratoires ou centres de recherche, etc.

Parmi les réseaux universitaires, ceux dont les noms suivent sont remarquables pour leurs activités scientifiques.

L'Association des universités du Groupe de Montevideo (AUGM), fondée en 1991 pour, notamment, aider à constituer une masse critique de ressources humaines de haut niveau et à développer la recherche en S & T, y compris les processus d'innovation ainsi que l'adaptation et le transfert de technologies dans des domaines stratégiques. L'AUGM rassemble 12 universités publiques et autonomes : 5 en Argentine, 5 au Brésil, 1 au Paraguay et 1 en Uruguay, toutes relativement proches les unes des autres, ce qui facilite les échanges et les initiatives conjointes. Son programme Escala opère par des groupes monodisciplinaires dans les domaines revêtant une importance stratégique pour la région, comme la science des matériaux et l'ingénierie, les produits naturels bioactifs et leurs applications, les mathématiques appliquées, la virologie moléculaire, la chimie fine, le génie et la production mécaniques. Ses activités récentes comprennent la première réunion du Centre régional d'études sur le génome, résultat d'un accord entre l'AUGM et l'Institut Max Planck basé à l'Université nationale de La Plata (UNLP). L'AUGM est en fait une université virtuelle, bénéficiant d'une bonne répartition des ressources et d'un personnel universitaire hautement qualifié. Sa croissance rapide montre que les conditions sont favorables à l'intégration régionale; elle s'est même définie comme étant au fond un processus d'intégration, quels que soient les résultats qui puissent être obtenus dans le cadre d'autres processus en cours poursuivant le même but.

Le Centre interuniversitaire pour le développement (CINDA) est une institution qui comprend de grandes universités

L'Université de São Paulo, Brésil

Un exemple d'université remarquablement dynamique dans ses activités de coopération internationale est fourni par l'Université de São Paulo (USP), qui, outre ses responsabilités traditionnelles, prévoit d'assumer un rôle proactif pour accroître sa visibilité sur la scène internationale. À cet effet, elle s'appuie sur la Commission de la coopération internationale (CCI), unité du bureau du recteur qui entretient des contacts étroits avec le ministère des Affaires étrangères, les ambassades étrangères, les organismes internationaux, etc.

Les activités de l'université reflètent le niveau élevé de la coopération qu'elle entend entretenir avec les autres universités de la région. Elle participe aux réseaux d'universités suivants : CINDA (Centre interuniversitaire pour le développement), ALFA (Amérique latine-Formation académique), RECLA (Réseau universitaire d'éducation permanente en Amérique latine et dans les Caraïbes), FAUBAI (Groupe consultatif des universités brésiliennes pour les affaires internationales), AIU (Association internationale des universités), OUI (Organisation interaméricaine des universités), UDUAL (Union des universités d'Amérique latine), AULP (Association des universités de langue portugaise), Santos Dumont (Réseau d'universités brésiliennes et françaises pour la supervision conjointe de thèses de doctorat), PETE (Partenariat pour l'éducation technologique environnementale) et ISTEAC (Consortium ibéro-américain d'éducation scientifique et technologique).

L'USP compte 20 centres qui mettent en œuvre des programmes régionaux ou internationaux dans divers domaines, par le biais d'accords entre universités ou programmes aidés par le Conseil national pour le développement scientifique et technologique (CNPq), la Fondation de l'État de São Paulo pour l'aide à la recherche (FAPESP) ou d'autres sources extérieures. Il est estimé qu'environ la moitié de la coopération est mise en œuvre selon des orientations déterminées par le corps enseignant de l'USP, sans passer par la CCI. Presque tous les

accords sont conclus avec des universités des pays les plus industrialisés, reflétant le rôle considérable de l'université comme récepteur de connaissances (doctorats en alternance, postdoctorats à l'étranger, professeurs étrangers invités, etc.), bien que l'USP soit plus récemment devenue un partenaire de poids de la recherche internationale. De plus, au titre de son Accord sur les programmes d'étudiants, elle reçoit un grand nombre d'étudiants étrangers, préparant un grade universitaire ou faisant des études universitaires supérieures, principalement de la région LAC et d'Afrique. Les pays avec lesquels l'USP a le plus d'accords sont le Japon (19), la France (18), les États-Unis d'Amérique (17) et l'Italie (15). Étant donné l'existence du MERCOSUR, il convient de noter qu'il n'y a que 8 accords avec l'Argentine, et seulement 1 avec l'Uruguay, le Paraguay et le Chili. Outre qu'elle respecte et favorise les initiatives de coopération des enseignants, la CCI coordonne les activités dans trois domaines thématiques prioritaires : l'environnement et le développement durable, le MERCOSUR et l'Amérique latine en général, et les pays ayant le portugais comme langue officielle.

Première université brésilienne en importance, l'USP admet qu'elle n'a pas fait le maximum pour faire connaître son expérience, en particulier aux pays voisins. Elle a donc l'intention de jouer le rôle de plate-forme universitaire entre les meilleurs centres de recherche mondiaux et les régions les moins avancées (y compris à l'intérieur du Brésil), en tirant parti du fait que nombre de ses enseignants connaissent bien les uns et les autres. Elle entend aussi accroître sa participation aux politiques publiques comportant une composante internationale, en nouant des liens plus étroits avec les organisations du système des Nations Unies, avec le CIUS et avec d'autres organisations non gouvernementales (ONG). Elle espère ainsi donner au Brésil une place dans les questions internationales qui appellent une étude académique, tout en se tenant à l'écart des intérêts les plus pressants.

d'Amérique latine et d'Europe, dont l'objectif fondamental est de les relier toutes ensemble pour étudier les grands problèmes du développement. Les membres du réseau sont choisis sur la base de leur haute qualité et de leur représentation de diverses pratiques institutionnelles. Il compte actuellement 31 universités membres (dans les pays suivants : Argentine, Bolivie, Brésil, Chili, Colombie, Costa Rica, Équateur, Espagne, Italie, Mexique, Panama, Pérou, République Dominicaine et Venezuela). Son programme universitaire en science et en technologie vise à aider à développer la capacité de S & T des universités latino-américaines ainsi que son utilisation par les gouvernements et les institutions du secteur productif, par des projets d'études, de formation et de conseils dans des domaines tels que le système de développement de la S & T, l'administration des activités de S & T, les activités péri-universitaires, la gestion des technologies, l'enseignement supérieur et la coopération internationale.

L'Association universitaire ibéro-américaine d'études postuniversitaires (AUIP) est un organe non gouvernemental qui s'occupe de promouvoir les études postuniversitaires et de doctorat en Ibéro-Amérique; elle est financée par les institutions membres. Elle compte à présent plus de 120 établissements d'enseignement supérieur prestigieux d'Espagne, du Portugal et de la région LAC et dispense en collaboration plusieurs milliers de programmes d'études postuniversitaires dans presque tous les domaines du savoir. Elle fournit des services d'information et de communication sur les possibilités d'études postuniversitaires, coopère aux processus d'évaluation interne et externe ainsi qu'à la reconnaissance et à l'harmonisation des programmes proposés; elle facilite la mobilité et les échanges d'enseignants et d'étudiants, encourage les travaux académiques et de recherche au moyen de réseaux de centres d'excellence dans divers domaines des connaissances, parraine des manifestations académiques et scientifiques directement liées aux cours proposés et organise des cours internationaux itinérants sur des sujets intéressant les enseignants et les directeurs d'études postuniversitaires et de doctorat.

Une récente initiative des universités a été la création en 2002 du Réseau des macro-universités publiques d'Amérique latine et des Caraïbes à l'initiative de l'Université nationale

autonome du Mexique (UNAM), de l'Université centrale du Venezuela (UCV) et de l'Institut international de l'UNESCO pour l'enseignement supérieur en Amérique latine et dans les Caraïbes (IESALC), représentant plus de 2 millions d'étudiants, 80 % des programmes d'études universitaires supérieures et de 40 % à 50 % de la recherche scientifique dans la région. Ce réseau vise à promouvoir, à financer, à développer et à évaluer les critères de certification de la qualité, ainsi qu'à encourager la recherche dans le cadre du réseau, en tant que contribution à la création d'un espace de recherche commun. Il a défini quelques domaines prioritaires, dont la gouvernance, la nouvelle citoyenneté et la société civile, les neurosciences, la génomique, la nanotechnologie, les sciences de la Terre, le développement durable, l'intégration économique et l'inégalité sociale. Le centre du réseau se trouve à l'UNAM, au Mexique.

Les dernières décennies ont vu l'émergence de réseaux scientifiques régionaux ou sous-régionaux monodisciplinaires ou multidisciplinaires conçus essentiellement pour promouvoir le développement de la recherche et des études universitaires supérieures, tels que l'Association latino-américaine de biotechnologie et de génie biologique (ALARYB), l'Association latino-américaine de géophysique spatiale (ALAGE) et beaucoup d'autres. Pour des raisons de manque de place, nous nous bornerons à donner quelques exemples.

Le Réseau latino-américain de sciences biologiques (RELAB), constitué en 1985, a démarré en 1975 en tant que projet financé par le PNUD. En 1981, il a servi de modèle pour la création par le CIUS et l'UNESCO du Réseau international des biosciences (RIB). Il compte aujourd'hui 15 membres nationaux, 7 membres régionaux et 2 membres associés. Les membres nationaux sont les pays dont les gouvernements désignent un comité national; les membres régionaux sont des sociétés qui rassemblent les biologistes des principaux domaines des sciences biologiques; enfin, les membres associés sont le Centre latino-américain pour les sciences biologiques (CLAB) et l'Association des doyens et directeurs d'écoles et facultés de biologie ibéro-américaines. De 1975 à 1985, le réseau a financé des bourses d'études universitaires supérieures, des cours de formation, des projets bi- et

trinationaux et de nombreuses activités des comités nationaux. Dans la deuxième étape (1985-1994), la plupart des activités ont été ciblées sur des cours intensifs, des ateliers et des colloques. En 1991, la RELAB Corporation a été créée pour financer des activités scientifiques dans les pays membres. Le financement est maintenant assuré principalement par les pays et par l'Organisation panaméricaine de la santé (OPS), avec en outre des contributions d'organisations internationales comme l'UNESCO et le CIUS. En 2001, vu l'ampleur et la diversité des tâches, le RELAB a décidé de mettre en place des services coordonnés pour les thèmes supplémentaires suivants : la perception de la biologie par la société, les médias et l'éducation, les bourses, les stages, les réunions et les cours, les relations avec l'OPS, la bio-informatique, la génomique et la protéomique, enfin la biodiversité et la biotechnologie.

La décision prise par le CIUS en 1993 de fusionner ses deux organes, le RIB et le COSTED (Comité sur la science et la technologie dans les pays en développement), a donné naissance à des réseaux régionaux dans d'autres disciplines des sciences fondamentales, sur le modèle du RELAB ; de plus, le CIUS et l'UNESCO ont fourni une assistance pour la création du Comité de coordination des réseaux scientifiques latino-américains (CCRCLA), qui a aussi fait office de Secrétariat régional du COSTED. Ces réseaux, dont les activités concernent surtout la formation des scientifiques de haut niveau et la synthèse des recherches, une attention particulière étant portée aux pays relativement les moins avancés, ont été reconnus comme un modèle efficace de coopération régionale et comme des sources de conseils pour les organisations internationales. Cependant, comme d'autres initiatives similaires, ils sont constamment confrontés aux difficultés de maintenir des contacts actifs avec leurs associés et de garantir à leurs activités un financement stable. Outre le RELAB, cet ensemble de réseaux comprend :

- le Réseau latino-américain de physique (RELAFI), créé en 1996 comme suite à une initiative conjointe du Centre latino-américain de physique (CLAF, voir p. 69) et la Fédération latino-américaine de sociétés de physique (FELASOFI). Cette dernière comprend 18 sociétés comptant 8 000 membres et fait partie de l'Union ibéro-américaine,

dont sont également membres la Société royale de physique espagnole et la Société portugaise de physique ;

- l'Union mathématique de l'Amérique latine et des Caraïbes (UMALCA), comprenant les 9 sociétés de mathématiques d'Argentine, du Brésil, du Chili, de Colombie, de Cuba, du Mexique, du Pérou, de l'Uruguay et du Venezuela, et des représentants de la Bolivie, de l'Équateur et du Costa Rica ;
- le Réseau latino-américain des sciences chimiques (RELAQ), comptant des membres de 12 pays – Argentine, Bolivie, Brésil, Chili, Colombie, Cuba, Mexique, Panama, Paraguay, Pérou, Uruguay et Venezuela – par l'intermédiaire des sociétés nationales de chimie, sauf dans les cas du Paraguay et de l'Uruguay, représentés par l'unité des sciences chimiques de l'unique université de chaque pays ;
- le Réseau latino-américain d'astronomie (RELAA), couvrant les pays de la région dans lesquels l'astronomie existe en tant qu'activité professionnelle. Ce réseau compte environ 550 membres, répartis par pays comme suit : Argentine (150), Brésil (200), Chili (25), Mexique (150), Uruguay (10) et Venezuela (15).

En 2002, le CIUS a décidé de dissoudre le COSTED-RIB et de le remplacer par des bureaux régionaux du CIUS dans chaque région – Afrique, Asie, États arabes, Amérique latine et Caraïbes. Le CIUS a estimé que des bureaux régionaux lui permettraient d'interagir plus étroitement qu'auparavant avec la communauté scientifique dans ces pays. Il est prévu d'implanter au Mexique le nouveau Bureau du CIUS pour l'Amérique latine.

Par l'intermédiaire de son Bureau régional de Montevideo, l'UNESCO a aussi récemment aidé à créer plusieurs réseaux régionaux ou sous-régionaux d'établissements d'enseignement et de centres de recherche, essentiellement pour coordonner et renforcer les programmes d'études universitaires supérieures dans diverses disciplines scientifiques, par exemple RED-Ciencia (programmes de R & D et d'études universitaires supérieures en Amérique centrale, 1998), CARISCIENCE (Réseau de programmes de R & D et d'études universitaires supérieures dans les Caraïbes, 1999) et GEOLAC (Réseau latino-américain et caribéen de facultés ou départements de géosciences, 2001). Ces innovations sont destinées à renforcer et mieux utiliser les ressources scientifiques et éducatives de chaque institution, en

Le CABBIO

Le CABBIO, Centre argentino-brésilien de biotechnologie, dont la création date de 1985, est un organe de coordination qui rassemble des groupes de travail officiels et privés de l'Argentine et du Brésil participant à des projets spéciaux liés à la production, financé à parts égales par les deux gouvernements. Il s'agit d'un programme d'intégration sous-régionale qui a aidé à regrouper les activités nationales à l'appui de groupes anciens comme récents.

Une de ses tâches majeures concerne les banques de familles microbiennes et de micro-organismes, qui collectent et préservent l'actuelle biodiversité de la région. Malgré son importance, le CABBIO a traversé une période de relative stagnation, due au moins en partie à la résistance du marché aux produits génétiquement modifiés, que nombre de ses projets cherchent à développer.

Jusqu'à 1999, les projets avaient produit 50 thèses de doctorat et 150 échanges de formation en technologie. Au

cours de la même période, les activités d'enseignement du CABBIO ont consisté en 133 cours de perfectionnement suivis par 1 850 diplômés. Depuis 1993, des diplômés de l'Uruguay et du Paraguay les suivent, et les diplômés du Réseau latino-américain de biotechnologie (RELABIO-PNUD) ont aussi pu s'y inscrire. Les cours du CABBIO sont pris en compte pour les programmes de doctorat dans la plupart des universités de la région.

Le CABBIO participe aux réunions spécialisées du RELAB-PNUD (Réseau latino-américain de sciences biologiques), du RELABIO-PNUD, de l'ICGEB (Centre international pour le génie génétique et la biotechnologie), de l'OMPI (Organisation mondiale de la propriété intellectuelle), du Programme de coopération pour le développement technologique, agroalimentaire et agro-industriel de l'Amérique du Sud (PROCISUR), du MERCOSUR et de BIOLATINA.

vue de promouvoir le développement durable et équitable des plus petits parmi les pays de la région.

Il convient de signaler par ailleurs l'existence de l'Association Interciencia (AI), fédération d'organisations pour le progrès de la science, fondée en 1974 à l'initiative de l'American Association for the Advancement of Science (AAAS) en vue de promouvoir la coopération scientifique et de sensibiliser le public à l'intérêt de la science dans les Amériques. L'AI compte maintenant des associations membres en Argentine, en Bolivie, au Brésil, au Canada, au Chili, en Colombie, au Costa Rica, à Cuba, en Équateur, aux États-Unis d'Amérique, à la Jamaïque, au Mexique, au Panama, au Pérou, à Porto Rico, à la Trinité-et-Tobago, en Uruguay et au Venezuela. Son secrétariat exécutif est basé à Panama, et elle publie à Caracas la prestigieuse revue *Interciencia*, consacrée aux sujets scientifiques en rapport avec le développement. Afin d'éviter les doubles emplois, l'AI collabore fréquemment avec d'autres organismes

pour promouvoir la S & T, en particulier avec les bureaux de l'Organisation des États américains (OEA), la National Science Foundation des États-Unis d'Amérique, la Banque interaméricaine de développement (BID) et le CYTED.

Il existe aussi des réseaux qui sont directement liés aux groupes de recherche afin de mener des activités conjointes sous la forme de projets dans lesquels les groupes complètent leurs capacités et partagent les tâches. En Europe et aux États-Unis d'Amérique surtout, ces réseaux aident à transformer les modes de production des connaissances en encourageant l'acquisition de nouvelles méthodes, l'accès à des instruments plus sophistiqués, l'interdisciplinarité et la transdisciplinarité, et la poursuite d'objectifs plus ambitieux. Un exemple de réseau latino-américain de ce type considéré comme une réussite est fourni par le CABBIO (voir encadré).

Un exemple plus récent, dans un contexte différent, est celui du réseau FLACAM (Forum latino-américain des sciences

de l'environnement), fondé en 1988 pour développer les relations scientifiques et éducatives entre organisations non gouvernementales (ONG) du Cône Sud. Les membres du FLACAM comprennent à présent un certain nombre d'universités, de centres de recherche et de fondations. Son siège est à La Plata (Argentine) et il compte des membres en Argentine, en Bolivie, au Brésil, au Chili, en Colombie, à Cuba, en Espagne, en Italie, au Mexique, au Paraguay, au Pérou, en Uruguay et au Venezuela. Les objectifs du FLACAM sont les suivants :

- former des chercheurs pour les activités de projets spécifiques sur le terrain;
- exécuter des projets de recherche appliquée sur le développement durable;
- promouvoir la création d'une masse critique de ressources humaines pour la formation et la gestion de l'environnement en Amérique latine.

Depuis 1990, il dispense un cours du niveau master en développement durable, ouvert aux étudiants de la région, et en 1994 la chaire UNESCO de développement durable a été instituée en association avec ce réseau.

Réseaux d'information

L'importance des infrastructures de télécommunications et d'information a été reconnue au Sommet des Amériques tenu en 1994 à Miami, lorsque les gouvernements ont engagé les principales institutions à s'assurer un accès aux réseaux de ce type. En 1992, l'OEA avait approuvé la création du Réseau universitaire interaméricain d'information scientifique et technologique (RedHUCyT) et lui avait accordé un financement de démarrage. Le but principal du RedHUCyT est de relier les institutions des États membres à l'Internet en vue d'échanger des informations sur la S & T. L'OEA apporte aussi son aide aux réseaux régionaux d'information sur la S & T suivants, entre autres :

- Système d'information scientifique et technologique LAC-INFOCYT;
- Réseau ibéro-américain d'indicateurs de science et technologie (RICYT);
- Système ibéro-américain d'information sur les publications périodiques (LATINDEX);
- Réseau latino-américain des sciences chimiques (RELAQ);

- Système multinational d'information spécialisée en biotechnologie et technologie alimentaire pour l'Amérique latine et les Caraïbes (SIMBIOSIS);
- Réseau régional d'information sur la recherche agronomique dans le Cône Sud;
- Système latino-américain de métrologie (SIM);
- Commission panaméricaine des normes (COPANT).

Il est à noter en particulier que le RICYT a été créé par le CYTED (voir p. 67) à la fin de 1994. Dès ses débuts, le RICYT a mené ses activités en coordination avec l'OEA. Cette stratégie de coopération a été renforcée lorsque le réseau a été chargé d'exécuter le projet d'Indicateurs régionaux de science et technologie financé par le Conseil interaméricain pour le développement intégré (CIDI). L'objectif général du RICYT est de promouvoir l'élaboration d'instruments de mesure et d'analyse de la S & T en Ibéro-Amérique, afin d'acquérir une connaissance approfondie de la science et de ses utilisations en tant qu'instrument décisionnel, en tenant compte :

- de l'incorporation de la région dans les systèmes d'indicateurs de la science, de la technologie et de l'innovation;
- de l'analyse des problèmes spécifiques de la région dans des domaines tels que la bibliographie, la bibliométrie, l'organisation institutionnelle des statistiques de S & T et la formation de spécialistes des indicateurs et d'autres questions;
- de la création d'une norme latino-américaine pour des aspects spécifiques des activités de S & T dans la région.

Dans ses activités de formation des ressources humaines, le RICYT collabore avec la chaire UNESCO sur les indicateurs de science et technologie.

Il faut aussi signaler, parmi les activités régionales dans le domaine de l'information, LATINDEX, système automatisé d'information sur les périodiques scientifiques pour la région LAC, l'Espagne et le Portugal. Ce système a été créé en 1995 pour diffuser les revues produites dans la région, y donner accès et en améliorer la qualité; il est le résultat d'une coopération avec un réseau de centres d'information régionaux qui opèrent en coordination, avec des ressources communes, en vue :

- d'unir leurs efforts dans les diverses régions et les divers pays participants concernant la production, la diffusion, la systématisation et l'utilisation de l'information scientifique;

Migrants qualifiés : un défi aujourd'hui et demain

À la réunion qu'elle a tenue à Antigua (Guatemala) en octobre 2001, l'Union des universités d'Amérique latine (UDUAL) a longuement débattu du problème de l'exode des cerveaux et produit une déclaration dont les grandes lignes sont les suivantes.

Dans les pays développés, la demande de professionnels spécialisés a conduit à l'adoption de politiques et de programmes conçus pour attirer des immigrants très qualifiés. Le contexte mondial actuel confronte les sociétés latino-américaines à de profonds défis et dilemmes, vu que leur développement économique dépendra dans une large mesure de leur propre progrès scientifique et technologique. L'intensification des liens académiques et professionnels dans un contexte international caractérisé par l'inégalité est en partie responsable du fait que l'accumulation de connaissances et la création d'une « masse critique » dans le domaine scientifique ne produisent pas les bienfaits initialement espérés par les pays latino-américains.

Les statistiques disponibles montrent que les migrants qualifiés tendent à rester dans les pays dans lesquels ils se spécialisent. Parmi les facteurs les plus importants, on trouve non seulement les différences touchant les conditions de travail et les niveaux d'entrée des professionnels qualifiés, mais aussi l'instabilité politique et la crise économique dont souffrent la plupart des pays d'Amérique latine. Les pertes économiques que représente le non-retour de professionnels hautement qualifiés sont supportées par les pays d'origine. Ainsi, le prix que doit payer l'Amérique latine du fait de l'« exportation » de talents est généralement sous-estimé, d'où l'urgence d'élaborer et d'appliquer d'autres politiques. L'UDUAL propose donc des mesures pour :

- Établir des politiques gouvernementales conçues pour récupérer les professionnels très qualifiés au moyen de programmes de promotion soit de leur retour, soit de réactivation des liens avec eux, programmes qui devraient bénéficier d'un soutien technique et financier d'organisations internationales.
 - Améliorer en Amérique latine la qualité de l'emploi pour ce qui est des salaires comme des conditions de travail, ce qui encouragerait la rétention et/ou le retour des professionnels très qualifiés.
 - Promouvoir les accords de coopération entre les pays latino-américains et les pays qui reçoivent des migrants qualifiés, pour faire de ces derniers des agents actifs du développement scientifique, technologique et humain dans leurs pays d'origine.
 - Resserer les liens entre les universités latino-américaines en vue d'unir leurs forces pour créer des masses critiques plus substantielles et plus diversifiées de professionnels qualifiés qui stimuleront le développement scientifique et technologique dans leurs pays, en parallèle avec le développement des connaissances dans les domaines des sciences sociales, des lettres et des arts.
 - Créer et consolider des programmes d'études universitaires supérieures d'excellence destinés à être conduits conjointement par les universités latino-américaines de façon à permettre à leurs étudiants et enseignants de compléter leur formation dans leur propre environnement académique.
- L'UDUAL a aussi décidé de constituer un comité chargé de collecter et d'analyser les informations pour déterminer les meilleures politiques possibles de lutte contre ce phénomène.

- de renforcer et d'améliorer l'édition scientifique dans la région LAC;
- d'utiliser les informations traitées pour des produits dérivés;

- d'influencer les milieux nationaux et internationaux concernant l'information, la documentation et l'édition scientifiques. Le premier de ses produits, le Répertoire en ligne LATINDEX, contient des informations de base sur plus de 13 000 revues

scientifiques ou académiques. Sont actuellement membres du système des institutions d'Argentine, de Bolivie, du Brésil, du Chili, de Colombie, du Costa Rica, de Cuba, de l'Équateur, d'Espagne, du Mexique, du Nicaragua, du Pérou, du Portugal, de Porto Rico, de l'Uruguay et du Venezuela.

Dans le cadre d'une initiative plus récente, la Bibliothèque scientifique électronique en ligne brésilienne, SciELO, qui est une réussite, a été étendue au Chili, à Cuba et à l'Espagne; elle a aussi donné naissance à SciELO Santé publique, qui enregistre les articles scientifiques d'un nombre croissant de pays ibéro-américains. Une autre bibliothèque en ligne a été mise en place sous le nom de RedAlyC pour couvrir les articles de revues de toutes les disciplines des sciences sociales. Considérées ensemble, ces initiatives contribuent à une plus grande présence et à une plus grande utilisation internationales de la littérature scientifique produite dans la région.

Réseaux d'émigrés

Des réseaux d'émigrés ont été constitués pour réagir à l'exode de scientifiques qualifiés, considéré comme préjudiciable aux pays et à la région dans son ensemble. Étant donné l'importance de cette question, il faut s'y attarder un peu, bien que malheureusement on ne dispose pas d'informations précises sur l'ampleur du phénomène et sur les meilleurs moyens de l'enrayer.

Comme on l'a déjà noté, nombre de jeunes étudiants (et aussi de techniciens et de spécialistes) d'origine latino-américaine s'inscrivent dans des universités étrangères pour compléter leurs études scientifiques. Beaucoup bénéficient pour cela de bourses de leur propre pays ou établissement d'enseignement, d'autres de bourses d'institutions étrangères, et d'autres encore trouvent du travail dans le pays hôte de façon à achever leur formation. Pour un grand nombre de pays développés, attirer du personnel qualifié est devenu un objectif central de leur politique, qui inclut le recrutement actif et la rétention d'étudiants étrangers. Les États-Unis d'Amérique, en particulier, se félicitent officiellement du fait que près de 50 % des étudiants étrangers qui se sont diplômés en science et en ingénierie en 1990-1991 vivaient toujours aux États-Unis d'Amérique cinq ans après. Des statistiques

fournies par la National Science Foundation elle-même montrent, par exemple, que 13 % des étrangers travaillant dans la R & D aux États-Unis d'Amérique en 1999 venaient d'Amérique latine (dont 37 400 Mexicains, 25 700 Cubains, 16 000 Jamaïcains, 15 800 Colombiens et 12 500 Argentins) (NSF, 2001). Les diplômés restant aux États-Unis d'Amérique après avoir terminé leurs études contribuent donc par leurs talents à la population active de ce pays. Plus généralement, plus d'un tiers des scientifiques et ingénieurs de la Silicon Valley sont d'origine étrangère, et une forte proportion des scientifiques travaillant aux États-Unis d'Amérique qui sont lauréats du prix Nobel est née ailleurs. Pour certains pays de la région LAC, cette migration signifie que le pourcentage de leur population économiquement active de professionnels qui font partie de la force de travail des États-Unis d'Amérique est plus élevé que dans leur propre pays (durant les années 90, tel était le cas de la Bolivie, du Chili, du Guyana, de la Jamaïque, du Panama, du Paraguay, de la Trinité-et-Tobago et du Venezuela; voir Pellegrino, 2001).

Plusieurs organismes nationaux de S & T de la région ont pris des mesures spécifiques pour faire face au problème de l'émigration des scientifiques. La difficulté majeure semble être celle de prévenir l'émigration elle-même, puisque cela obligerait à améliorer substantiellement les conditions de travail des scientifiques dans leur propre pays pour diminuer l'attrait exercé par les pays du Nord. Tenter de récupérer les scientifiques émigrés étant coûteux et d'une efficacité toute relative, certains organismes ont préféré renouer et entretenir les contacts à distance avec ces scientifiques. Cela est censé contribuer à une politique de conquête des cerveaux dont l'objectif est d'exploiter la capacité intellectuelle des chercheurs expatriés sans espérer leur retour. Récemment, le développement des communications et des transports a produit une grande diversité des modes de migration également utilisés dans les pays de la région LAC pour des échanges temporaires de spécialistes et comme un moyen de compenser partiellement les pertes dues à l'émigration. Cependant, étant donné que les travailleurs qualifiés commencent à être considérés comme une denrée rare dans le monde entier, il faut s'attendre à ce que le monde développé imagine des incitations encore plus

attractives à l'intention des scientifiques étrangers. Il est donc d'autant plus urgent de créer de meilleures conditions de manière à retenir les scientifiques dans les pays de la région.

Sur 41 réseaux d'échange des connaissances comprenant des expatriés de 30 pays, selon des données de 1999, 7 sont latino-américains et basés en Argentine, en Colombie, en El Salvador, au Pérou, en Uruguay et au Venezuela (Pellegrino, 2001). Le réseau Caldas a officiellement été créé en novembre 1991 par Colciencias; c'était une des premières initiatives visant à réunir la « diaspora scientifique » de la région LAC. Avec ce réseau, un premier pas était fait pour établir un nouveau statut des scientifiques colombiens émigrés comme points focaux pour la création et le renforcement de liens internationaux au bénéfice de la science en Colombie. Ses activités comprennent un premier effort de constitution de réseaux plus denses pour intégrer des projets de recherche conjoints de groupes de chercheurs en Colombie et de chercheurs colombiens expatriés (comme le projet BIO-2000 et le projet Automation), qui ont donné à chaque projet accès au réseau qu'ils avaient constitué dans leurs pays de résidence. Cependant, une fois que les projets ont atteint une phase initiale de consolidation, et selon une dynamique typique des réseaux, ils deviennent invisibles au réseau initial, et c'est peut-être ce qui est arrivé au réseau Caldas. Les relations se poursuivent uniquement entre les individus et les institutions concernés. Autrement dit, à un moment donné, chaque projet crée son propre réseau indépendant de relations, ce qui fait qu'il est difficile d'évaluer et d'analyser sa couverture.

COOPÉRATION AU NIVEAU DES PAYS

Accords intergouvernementaux bilatéraux et multilatéraux

Dans la région LAC, les accords bilatéraux se présentent généralement sous la forme d'accords de coopération entre les organismes nationaux de S & T. Leur fonction essentielle est d'organiser des programmes de mobilité internationale, au moyen de subventions ou de transfert de chercheurs. Ils préparent aussi des accords bilatéraux avec des pays des autres régions, des accords multilatéraux comme c'est le cas des organismes établis au niveau régional tels l'UE, le MERCOSUR,

l'ALENA (Accord de libre-échange nord-américain), la CAN (Communauté des pays andins) et la Convention Andrés Bello, et des accords dans le cadre d'institutions internationales tels l'UNESCO, le CIUS et la TWAS. Ces dernières années, les bureaux de coopération internationale des organismes nationaux de S & T ont considérablement élargi leurs activités et ils gèrent régulièrement un portefeuille de plusieurs centaines, voire de milliers, de conventions ou accords de coopération avec des organisations et institutions étrangères ou internationales. Des efforts notables ont récemment été faits pour mettre au point des accords de coopération orientés vers la modernisation technologique, auxquels sont associées aussi bien des équipes de recherche et développement que des entreprises des pays développés.

Les études universitaires supérieures et la formation à la recherche restent un élément important de la coopération Nord-Sud. Dans plusieurs pays de la région LAC, cette modalité a la faveur des institutions elles-mêmes, qui exigent des jeunes chercheurs qu'ils acquièrent une expérience dans un établissement étranger prestigieux (« d'excellence ») avant de les recruter. Ces dernières décennies, la présence d'étudiants latino-américains (y compris des pays offrant des études universitaires supérieures de réputation internationale) a considérablement augmenté dans les universités du Nord, en particulier aux États-Unis d'Amérique, comme on l'a déjà dit. En 1995, 91 358 étudiants latino-américains étaient inscrits dans des universités étrangères, chiffre nettement inférieur à celui des étudiants asiatiques (IIE, 1996), mais tout de même important si on le compare au nombre total d'étudiants faisant des études universitaires supérieures dans la région même.

Coopération avec les États-Unis d'Amérique

La coopération scientifique internationale des États-Unis d'Amérique est une activité qui implique diverses institutions en réponse à la diversité des opportunités existant dans le monde en matière de science et d'ingénierie. La National Science Foundation (NSF) est notable pour la composante internationale de ses recherches, de ses enseignements universitaires supérieurs, des possibilités qu'elle offre aux postdoctorants et, dans une moindre mesure, de ses programmes

d'enseignement préuniversitaire et universitaire. La plupart de ses activités internationales tournent autour des sciences « de terrain », tant bilatérales que multilatérales. Pour ce qui est de la région LAC, ces activités comprennent, par exemple, des observatoires astronomiques comme l'Observatoire inter-américain de Cerro Tololo, au Chili, ou le site d'Ushuaia, en Argentine, l'Institut interaméricain de recherche sur les changements à l'échelle du globe (IAI) et l'Organisation pour les études tropicales (OTS), au Costa Rica, le Réseau mondial de sismographes, qui comprend le Mexique, et les sites brésilien et colombien du Groupe de recherche écologique à long terme (LTER). De plus, tous les centres des États-Unis d'Amérique qui bénéficient du soutien de la NSF sont ouverts aux scientifiques et étudiants des autres pays. Dans le domaine de la physique des hautes énergies, en particulier, il existe de longue date une collaboration entre les groupes de recherche d'Amérique latine et le Fermilab de Chicago, promue par son directeur émérite, le prix Nobel Leon Lederman.

Depuis 1973, l'AAAS met en œuvre un programme de promotion de la collaboration avec la région LAC, structuré autour de trois domaines prioritaires : intégration de nouveaux acteurs dans le monde scientifique de la région, promotion de la coopération et des talents scientifiques dans la région, et adoption de solutions interdisciplinaires aux problèmes de développement de la région. Ces dernières années, le programme a organisé à l'occasion de sa réunion annuelle des conférences et des colloques scientifiques, ainsi que des sessions interdisciplinaires centrées sur des sujets comme l'ethnobotanique et la bioprospection au cours du nouveau millénaire, et le financement international de la science et la coopération scientifique internationale dans la région LAC. L'AAAS coopère aussi avec l'Association Interciencia depuis sa création.

Les fondations philanthropiques font traditionnellement partie intégrante des moyens de promotion des intérêts de politique étrangère des États-Unis d'Amérique. Les programmes des Fondations Ford, Rockefeller, Kellogg et Carnegie sont liés au développement de domaines spécifiques des connaissances en S & T en Amérique latine. De même, des institutions comme les National Institutes of Health (NIH) et

la National Aeronautics and Space Administration (NASA) ont des programmes de coopération avec divers pays de la région LAC et emploient des Latino-Américains.

Coopération avec le Canada

Notable pour ses efforts de promotion de la collaboration avec l'Amérique latine, le Centre canadien de recherches pour le développement international (CRDI), depuis sa création en 1970, encourage et aide la recherche sur les problèmes auxquels sont confrontés les pays en développement, en finançant chercheurs universitaires, gouvernements, entreprises commerciales et organisations à but non lucratif. Récemment, son soutien à la recherche sur les politiques nationales s'est renforcé à la fois à son siège et à son centre régional de Montevideo. Dans les domaines de l'environnement et de la gestion des ressources naturelles, le CRDI a des programmes sur l'exploitation durable de la biodiversité et la gestion des ressources naturelles dans la région LAC (MINGA); les autres grands domaines sont les technologies de l'information et de la communication, et l'équité sociale et économique. Ces trois dernières années, plus de 25 projets et activités de recherche ont reçu une aide du Programme mondial de mise en réseau lancé par le CRDI.

Coopération avec l'Espagne et les autres pays européens

Il est indéniable que l'Espagne est le pays européen qui a le plus coopéré avec l'Amérique latine ces dernières années, dans le cadre de divers programmes, à travers l'Agence espagnole de coopération internationale (AECI). Celle-ci accorde chaque année des bourses à des diplômés des universités latino-américaines pour qu'ils fassent des études universitaires supérieures et des recherches en Espagne, dans divers pays d'Amérique latine et au Portugal, grâce au programme Becas Mutis. De 1991 à 1997, par exemple, plus de 9 000 bourses ont été accordées, les principaux bénéficiaires étant le Mexique, l'Argentine et Cuba. Le programme MEC-MAE (ministère de l'Éducation-ministère des Affaires étrangères) de coopération scientifique avec l'Amérique latine vise à promouvoir les activités conjointes dans le cadre de projets de recherche

scientifique de techniciens et scientifiques espagnols et latino-américains, ainsi que le transfert de connaissances par des enseignements universitaires supérieurs.

Le Programme ibéro-américain de science et technologie pour le développement (CYTED) susmentionné, créé en 1984 au terme d'un accord-cadre conclu par 19 pays, se distingue par son ampleur et son importance. Depuis 1995, le CYTED est officiellement incorporé dans les programmes de coopération des sommets latino-américains en tant qu'instrument indispensable d'intégration. En 2001, il avait généré 76 réseaux thématiques, 95 projets de recherche et 166 projets d'innovation mobilisant plus de 10 000 scientifiques et technologues latino-américains; de plus, il participe à d'autres initiatives visant à compenser les dépenses de ressources. Les domaines thématiques que couvrent aujourd'hui les 19 sous-programmes sont les suivants : soutien aux politiques scientifiques et technologiques, environnement, ressources énergétiques, technologies de l'information et de la communication, technologies de la santé et de l'alimentation, et technologie des matériaux.

Les autres pays industrialisés d'Europe ont chacun des programmes permanents de coopération pour le développement, généralement dirigés par des bureaux rattachés au ministère des Affaires étrangères. Une part notable de cette coopération – qui, par exemple, dépasse 30 % dans le cas de la Suède – est acheminée par les organisations internationales ou multilatérales, comme les institutions du système des Nations Unies, le Groupe de la Banque mondiale et les banques régionales de développement; de plus, dans plusieurs pays européens, la coopération pour le développement est essentiellement axée sur l'Afrique et l'Asie du Sud, et ensuite sur la région LAC. En revanche, la coopération purement scientifique avec les pays en développement fait généralement l'objet d'accords bilatéraux conclus avec les organismes nationaux de S & T en vue de faciliter les échanges académiques, de resserrer les liens entre groupes de recherche et d'aider à former des scientifiques de haut calibre. En ce qui concerne la coopération avec la région LAC, les domaines qui intéressent le plus les pays européens sont les ressources naturelles, l'agriculture tropicale, la santé et, dans une moindre

mesure, les mathématiques, la physique et l'ingénierie; les domaines prioritaires se reflètent clairement sur la liste des pays de la région LAC figurant comme partenaires de ces accords de coopération.

Bien que le modèle traditionnel donateur-bénéficiaire soit encore dominant dans le domaine de la coopération pour le développement, dans le domaine particulier de la coopération académique bilatérale entre l'Europe et la région LAC, ce modèle a dans une large mesure été remplacé par le concept de coopération horizontale entre pairs ou collègues qui définissent ensemble leurs objectifs et partagent leurs connaissances dans leur intérêt mutuel. Ceux qui participent directement à ce type de coopération ont, dans une certaine mesure, réussi à transmettre cette nouvelle vision aux milieux officiels de la coopération pour le développement.

Coopération avec l'UE

La politique de coopération de l'UE avec l'Amérique latine cherche à concilier la contribution de l'Europe au développement socio-économique de la région avec les intérêts scientifiques et économiques de l'Europe. La mise en œuvre de cette politique aide les scientifiques européens à accéder aux sites présentant des caractéristiques environnementales, agricoles, écologiques et autres qui intéressent particulièrement la recherche. Le choix des domaines de coopération a résulté d'un dialogue approfondi avec les autorités scientifiques de la région LAC; ainsi, l'agriculture et l'agro-industrie, la santé, l'environnement et les technologies de l'information ont été définis comme domaines prioritaires. Cependant, pour utiliser au mieux le potentiel humain disponible, la recherche a aussi été aidée dans d'autres domaines tels que les sciences des matériaux, les géosciences et certaines sciences de l'ingénieur.

Au cours de la période 1990-1994, deux dispositifs complémentaires ont fonctionné : Sciences et technologies au service du développement (STDIII) et Coopération scientifique internationale (ISC), cette dernière visant à construire des relations durables entre scientifiques de l'UE et de la région LAC. Un dispositif combinant ces idées a été mis en place en 1994-1998, le programme INCO-DEV de coopération scientifique et technologique avec les pays en développement,

ciblé essentiellement sur trois secteurs : gestion durable des ressources naturelles renouvelables, amélioration durable de la production agricole et agro-industrielle, et santé. En 1998, 900 activités impliquant 2 780 partenaires institutionnels avaient bénéficié d'une aide, avec une contribution européenne d'environ 200 millions d'euros. (À la même date, 17 000 projets multinationaux, pour la plupart intraeuropéens, avaient été financés, incluant 85 000 partenariats entre groupes ou laboratoires.) Ce programme a favorisé le développement des réseaux de recherche Europe-Amérique latine associant au moins un pays de la région LAC et deux pays européens; plus de 200 organismes latino-américains ont participé à ces réseaux, bien que 95 % soient coordonnés par des chercheurs européens. C'est avec le Brésil, suivi de l'Argentine et du Mexique, et, dans une moindre mesure, avec la Colombie et le Chili, que cette coopération a été la plus intense; les pays européens concernés étaient surtout le Royaume-Uni, la France, l'Espagne et l'Allemagne. Depuis 1999, pendant une période de quatre ans, la composante INCO-DEV du cinquième programme-cadre de l'UE soutient la recherche axée sur les problèmes, tout en maintenant l'approche régionale et thématique du programme précédent, combinée avec une section consacrée à la recherche sur les politiques de développement durable.

De plus, le programme ALFA de coopération entre l'UE et la région LAC dans le domaine de l'enseignement supérieur offre la possibilité d'une interaction académique multilatérale entre les deux régions. Une de ses dimensions fondamentales est la mobilité académique, dont le but est de promouvoir le niveau le plus élevé possible de connaissances, de décourager l'exode des cerveaux, de générer une masse critique, de stimuler les intérêts de recherche bilatérale – régionaux ou birégionaux – et de développer les infrastructures. Un autre objectif fondamental d'ALFA est de constituer des réseaux, la condition étant qu'au moins trois institutions latino-américaines et trois institutions européennes décident de s'associer. Cet objectif est lié à la volonté de promouvoir la dimension internationale de l'éducation et d'en améliorer la qualité. Une troisième composante du programme est l'éducation permanente, visant à assurer le niveau le plus élevé possible des compétences de

la population active. Durant la deuxième phase du programme ALFA+, de 2000 à 2005, l'UE a apporté une contribution de 42 millions d'euros. Composante nouvelle constituée de bourses d'études universitaires supérieures et d'enseignement supérieur, ALFA+ prévoit un renforcement du financement du programme.

Accords entre les pays de la région

Après la « décennie perdue » des années 80, les processus d'intégration ont été réactivés. Du fait de cette nouvelle impulsion, la carte actuelle de l'intégration de l'Amérique latine est très différente de celle d'il y a quelques années. En 2000, il y avait 4 marchés communs, 10 traités de libre-échange, sans compter d'autres en cours de négociation, et nombre d'accords supplémentaires (dont 65 accords partiels). Cette évolution a conduit certains à qualifier les années 90 de « décennie de l'intégration de l'Amérique latine et des Caraïbes ». Le pragmatisme et le réalisme qui ont présidé à ce processus d'intégration ont conduit à la conclusion d'accords sous-régionaux et bilatéraux – plutôt que multilatéraux – favorisant des mécanismes plus souples et plus fonctionnels. Cependant, les efforts d'intégration intrarégionale ont en pratique buté sur des faiblesses et des obstacles tenaces liés aux problèmes de développement et à l'instabilité politique et financière, si bien que la tendance qui continue à prévaloir est que les pays s'associent séparément au système économique et financier dominant. Le monde se globalise et l'Amérique latine n'arrive même pas à se rassembler.

Malgré leur peu de résultats sur le plan de l'intégration, les sommets ibéro-américains, annuels depuis 1991, doivent être considérés comme une amélioration. Bien que les sommets récents aient tourné autour du libre-échange, du développement durable et de la démocratie, la S & T n'a pas été totalement exclue de l'agenda. Il faut noter ici la première réunion régionale des ministres responsables de la S & T, tenue à Carthagène (Colombie) en 1996, à laquelle ont participé 20 pays du continent (dont les États-Unis d'Amérique), avec le concours de la BID et de l'OEA. La Déclaration de Carthagène est considérée comme un tournant dans l'histoire de la région, en tant que guide des stratégies et cadre commun d'orientation. Le Plan d'action qui en est résulté définit trois

Le Centre latino-américain de physique

Le Centre latino-américain de physique (CLAF) a été fondé en 1962 comme suite à une résolution de la Conférence générale de l'UNESCO ; son assemblée constituante s'est tenue à Buenos Aires en 1966. Il a son siège au Centre brésilien de recherche en physique (CBPF), à Rio de Janeiro, et un bureau annexe à Mexico pour le Mexique, l'Amérique centrale et la région des Caraïbes depuis 1993.

Le CLAF est financé par les États membres, qui sont aujourd'hui au nombre de 13. La plus grosse contribution en numéraire vient du Brésil, qui pourvoit aussi à la maintenance du siège, au paiement des salaires des employés et au financement de 25 bourses de doctorat et de postdoctorat. L'Argentine finance 2 bourses et le Mexique verse le même montant au bureau annexe qu'au CLAF.

Le CLAF entretient des relations substantielles avec les organisations internationales. L'UNESCO a coopéré à la tenue de réunions à La Havane d'utilisateurs potentiels de l'accélérateur Microtron qui s'y trouve. La coopération du CIPT a encouragé la recherche en physique dans les pays relativement les moins développés, et un programme coopératif de doctorat existe avec les universités de la région depuis 1999. En 1998, un accord a été signé avec l'Institut unifié des recherches nucléaires (JINR) de Dubna (Fédération de Russie), et deux étudiants latino-américains sont partis

préparer leur doctorat dans cet institut. Au début de 2001, un accord a également été signé avec le CERN à Genève en vue d'organiser un cours conjoint de physique des hautes énergies en Amérique latine tous les deux ans. Un accord a été signé récemment avec l'Académie bolivienne des sciences et l'université de La Paz pour conférer un statut international à l'Observatoire de Chacaltaya et le faire bénéficier d'un financement international.

Le CLAF aide systématiquement les cours et les conférences sur les sujets les plus divers, au nombre de 40 en 2000 : 13 au Brésil, 8 en Argentine, 4 au Mexique, 4 au Chili, 3 en Colombie, 2 en Bolivie, 2 au Costa Rica et 1 chacun à Cuba, au Pérou, en Uruguay et au Venezuela.

La faiblesse des ressources dont dispose le CLAF explique que les réunions ont dû dans une large mesure être financées par d'autres sources.

Le programme de formation des ressources humaines est à présent le plus important programme mis en œuvre par le CLAF. Au total, les pourcentages correspondant aux divers domaines de recherche sont les suivants : particules, champs et cosmologie, 22 % ; science des matériaux, 19 % ; optique, 16 % ; matière condensée, 14 % ; physique statistique, 16 % ; physique nucléaire, 6 % ; astrophysique, 6 % ; physique atomique, 3 %.

stratégies fondamentales : le renforcement des activités de coopération existantes et la création de nouveaux programmes, l'établissement de nouveaux mécanismes de financement, et la mise en place d'un mécanisme de coordination et de suivi. L'action gouvernementale dans le domaine de la coopération est aujourd'hui dans une large mesure guidée par les documents de Carthagène.

Divers programmes de coopération de la région ont contribué au développement de ses infrastructures de S & T ; outre ceux qui ont déjà été mentionnés, ils comprennent les

programmes mis en œuvre par la BID, l'OEA, l'Organisation des Nations Unies pour le développement industriel (ONUDI), la Commission latino-américaine pour la science et la technologie (COLCYT), le Conseil caribéen pour la science et la technologie (CCST), le système international de recherche-développement en agriculture (coordonné par le CGIAR), des systèmes régionaux et sous-régionaux comme l'IICA (Institut interaméricain de coopération pour l'agriculture) et les programmes de coopération pour la recherche agricole (PROCI). De nouveaux programmes ont été lancés récemment,

dont le Marché commun des connaissances scientifiques et technologiques (MERCOCYT), l'Institut interaméricain de recherche sur le changement mondial, l'Institut international de recherche sur la prévision climatique (IRI), le programme GLOBE et d'autres programmes dans le domaine du développement durable.

Dans ce contexte, il convient de mentionner aussi la Commission pour le développement scientifique et technologique de l'Amérique centrale et du Panama (CTCAP), organisation intergouvernementale ayant son siège à Tegucigalpa, créée pour coordonner la politique de S & T de la sous-région, en harmonie avec les politiques et programmes socio-économiques de chaque pays. Depuis ses débuts en 1976, elle a joué un rôle décisif dans le renforcement des infrastructures de S & T des pays de la sous-région, qui s'est traduit par une série de documents juridiques, de programmes et de projets qui contribuent à son développement.

Aujourd'hui, les domaines stratégiques et les orientations générales du Programme interaméricain de science et de technologie (PRICYT) de l'OEA sont logiquement fondés sur la Déclaration et le Plan d'action de Carthagène adoptés en mars 1996. Ils tiennent compte du Plan stratégique de partenariat pour le développement 1997-2001 du Conseil interaméricain pour le développement intégré (CIDI) et des mandats donnés par l'Assemblée générale de l'OEA et les Sommets des Amériques, ainsi que de l'expérience acquise dans la région en matière de formulation et de mise en œuvre des politiques de S & T et de la contribution du programme MERCOCYT. Les trois grands domaines thématiques considérés comme cruciaux pour le développement de la région sont la science, la technologie et l'innovation, afin de promouvoir le développement social, de renforcer le secteur des entreprises, et d'encourager le développement durable et la préservation d'un environnement salubre.

Les contributions volontaires des États membres aux projets servent à financer les activités; une conséquence spécifique est l'accès aux fonds dans la mesure où ils sont associés à des projets multinationaux. La Commission interaméricaine de science et de technologie (COMCYT) est chargée de mener des actions de programme et d'en évaluer les résultats.

L'Organisation des États ibéro-américains pour l'éducation, la science et la culture (OEI), anciennement Bureau ibéro-américain d'éducation, est une organisation intergouvernementale créée afin de promouvoir la coopération entre pays ibéro-américains dans les domaines de l'éducation, de la science, de la technologie et de la culture dans la perspective d'un développement global. Elle a son siège à Madrid et des bureaux régionaux en Argentine, en Colombie, en El Salvador, au Mexique et au Pérou, ainsi qu'un bureau technique au Chili. Ses fonds viennent des contributions obligatoires et volontaires des États membres ainsi que des contributions qui peuvent venir d'institutions, de fondations et d'autres organismes pour des projets spécifiques. Son programme Science, technologie, société et innovation (CTS+I) fait appel à deux approches complémentaires, l'une qui met l'accent sur les liens de la S & T avec la société et l'autre qui accorde une attention particulière aux aspects éducatifs de la S & T. Les initiatives les plus récentes de l'OEI comprennent la promotion des chaires CTS+I et la création en 2001 d'une revue électronique baptisée elle aussi CTS+I.

Coopération avec et entre les organisations internationales

Les organisations internationales s'occupant de la science diffèrent notablement quant à leurs objectifs et à leur nature; certaines sont des institutions du système des Nations Unies, d'autres doivent leur existence à des accords internationaux, d'autres encore sont des ONG. Ces organismes ne font généralement pas de recherche eux-mêmes, mais, dans leur domaine de compétence, promeuvent ou soutiennent des projets de recherche internationaux ou recommandent des priorités aux gouvernements ou aux autres organisations internationales. La plupart des institutions du système des Nations Unies (par exemple l'Organisation mondiale de la santé [OMS], l'Organisation pour l'alimentation et l'agriculture [FAO] et l'Agence internationale de l'énergie atomique [AIEA]) ont des mandats spécifiques – élever le niveau des normes de nutrition et de vie, accroître la productivité agricole ou promouvoir les applications pacifiques de la technologie nucléaire – et mènent un ensemble d'activités de coopération technique visant à s'acquitter de ces mandats. Les paragraphes qui suivent ne se

Le projet d'Observatoire Pierre Auger

Le projet d'Observatoire Pierre Auger est un projet international qui vise à étudier les rayons cosmiques de haute énergie qui entrent en collision avec l'atmosphère terrestre. Il n'existe pas encore d'explication satisfaisante de l'origine de ces rayons, et la communauté scientifique mondiale espère que ce projet permettra de résoudre ce mystère, offrant ainsi une meilleure compréhension de l'univers et peut-être de ses débuts.

Deux dispositifs géants de détection, couvrant chacun 3 000 kilomètres carrés, l'un dans l'hémisphère Sud (Pampa Amarilla, province de Mendoza, Argentine) et l'autre dans l'hémisphère Nord (Millard County, Utah, États-Unis d'Amérique), mesureront à l'arrivée la direction, l'énergie et la composition des gerbes atmosphériques produites par les rayons cosmiques de haute énergie (plus de 10^{19} eV) lors de leur collision avec l'atmosphère ; cela sera possible grâce à 1 600 détecteurs de particules et à 3 détecteurs de la fluorescence de l'air dans chacun des observatoires.

Le projet Auger a été conçu lors d'une série d'ateliers tenus à Paris (1992), Adelaïde (1993), Tokyo (1993) et enfin au Fermilab (1995). Il rassemble plus de 200 scientifiques de plus de 55 institutions dans 19 pays : Allemagne, Argentine, Arménie, Australie, Bolivie, Brésil, Chine, États-Unis d'Amérique, Fédération de Russie, France, Grèce, Italie, Japon, Mexique, Pologne, République tchèque, Royaume-Uni, Slovénie et Viet Nam. Avec l'appui de leurs gouvernements respectifs, les travaux de construction ont commencé sur le site argentin et ils débiteront ultérieurement sur le site des États-Unis d'Amérique. La construction du premier observatoire, qui a coûté environ 50 millions de dollars, a été achevée en 2005, bien que des observations préliminaires des gerbes

atmosphériques aient déjà été enregistrées auparavant. Les groupes d'Amérique latine participant au projet appartiennent aux institutions suivantes :

- Argentine : Département TANDAR de physique, Université nationale de La Plata, Université nationale de Cuyo, Université technologique nationale, université de Buenos Aires, Centre atomique de Bariloche, Commission nationale des activités spatiales, Institut d'astronomie et de physique spatiale (IAFE), Institut argentin de radioastronomie, Centre régional de recherche scientifique et technologique ;
- Bolivie : Université de San Andrés (Universidad Mayor de San Andrés) ;
- Brésil : Université de l'État de Campinas, Université fédérale de Rio de Janeiro, Laboratoire de cosmologie et de physique expérimentale des hautes énergies-CBPF, Université de São Paulo ;
- Mexique : Centre de recherche et d'études avancées de l'IPN (CINVESTAV), Université nationale autonome du Mexique (UNAM), Université autonome de Puebla et Université de San Nicolás de Hidalgo à Michoacán.

Les institutions susnommées ont participé à la construction de l'observatoire, principalement :

1. en concevant, optimisant et installant les détecteurs de particules ;
2. en concevant certains éléments du système optique des détecteurs de fluorescence ;
3. en concevant les logiciels de traitement des données.

Il y a aussi divers groupes théoriques dont la participation deviendra visible une fois que les données auront été enregistrées par l'observatoire.

réfèrent brièvement qu'aux institutions les plus directement impliquées dans des activités de coopération scientifique, et plus particulièrement celles qui intéressent la région LAC.

L'Université des Nations Unies (UNU), qui fonctionne depuis 1975, est un organisme autonome placé sous les auspices de l'Organisation des Nations Unies et de l'UNESCO ;

elle comporte 13 centres de recherche et de formation dont les dominantes thématiques sont la paix, la gouvernance, la science du développement, la technologie et la société, l'environnement et le développement durable. Un de ses programmes spécialisés, le Programme de biotechnologie en Amérique latine et dans les Caraïbes (BIOLAC), fondé avec le soutien du gouvernement vénézuélien en 1988 et basé à Caracas, est en train d'être réorienté durant la présente période biennale pour se recentrer sur trois domaines stratégiques dans le cadre de projets spécifiques : principes directeurs sur la biosécurité pour la région LAC, études de bioéthique dans le contexte régional, et réseau de bio-informatique pour la région LAC. Pour ce qui est de la formation des ressources humaines, BIOLAC offre des bourses et des périodes de formation à l'étranger en bioéthique et en biosécurité.

Bien qu'il y ait généralement une participation latino-américaine aux divers programmes de l'UNU, essentiellement dans le cadre des cours de formation, il est estimé que l'ajout de quelques partenaires scientifiques de la région renforcerait considérablement les relations de coopération et donnerait aux activités de l'université un ciblage plus intégré. À cet égard, l'UNU prête attention aux nouveaux projets qui peuvent être initiés dans les pays de la région.

L'UNESCO mène de très nombreuses activités dans la région LAC, essentiellement dans les importants domaines de l'environnement et du développement durable, ainsi que dans les domaines des sciences fondamentales et des sciences de l'ingénieur. Ces activités font souvent partie de grands programmes internationaux dans le cadre desquels l'UNESCO collabore avec d'autres organisations (voir ci-dessous), s'efforçant de coordonner les actions et de créer des synergies pour assurer une meilleure utilisation des ressources. Cette stratégie est en pratique devenue une nécessité étant donné les contraintes financières qui pèsent sur l'Organisation. L'UNESCO met en œuvre d'autres activités, plus ponctuelles, dans les domaines des politiques scientifiques, du rôle des femmes dans la S & T (une chaire régionale a récemment été créée sur ce sujet, basée à la Faculté latino-américaine des sciences sociales [FLACSO] en Argentine) et des thèmes transdisciplinaires, comme le projet Éduquer pour un avenir viable.

La présence de l'UNESCO dans la région est amplifiée par les activités de son Bureau régional de science et de technologie pour l'Amérique latine et les Caraïbes (ROSTLAC), basé à Montevideo. Dans le domaine des sciences fondamentales, une aide est donnée à des programmes d'études universitaires et postuniversitaires et à l'établissement de réseaux scientifiques comme ceux qui ont été mentionnés plus haut. Dans le domaine des sciences de la Terre, l'Organisation soutient la formation des ressources humaines, les projets de recherche entrant dans le cadre du Programme international de géosciences (PICG) et la formation et l'assistance dans les situations d'urgence causées par les catastrophes naturelles. Dans le domaine des sciences écologiques, l'UNESCO a renforcé le Programme sur l'homme et la biosphère (MAB) au moyen du Réseau latino-américain de réserves de biosphère (IberoMAB), de l'établissement de comités du MAB et de l'aide à leurs activités. Elle encourage aussi la conservation de la biodiversité et le développement durable par la participation des communautés locales, des institutions académiques et des gouvernements, et soutient la formation des ressources humaines aux sciences écologiques. Dans le domaine des sciences de l'eau (Programme hydrologique international), elle a récemment apporté son aide au Système d'information sur le cycle hydrologique et les ressources en eau en Amérique latine et dans les Caraïbes (LACHYSIS), au Centre hydrologique pour les zones tropicales humides de l'Amérique latine et des Caraïbes (CATHALAC) au Panama, et au réseau électronique de données hydrologiques pour la région LAC. Dans le domaine des sciences de la mer, elle met en œuvre son grand projet interrégional sur la recherche et la formation en vue de la gestion intégrée des zones côtières (projet COMAR); elle coordonne le projet BioPlata, destiné à établir un système d'information et de consultation sur la biodiversité dans le Río de la Plata, la côte et les lagunes côtières, et apporte aussi son aide au projet ECOPLATA – Gestion intégrée et développement durable de la côte uruguayenne du Río de la Plata. Au titre d'un accord avec l'Université de Porto Rico et la Banque de développement des Caraïbes, elle soutient le projet sur la stabilité des côtes et des plages dans les Caraïbes orientales (COSALC), qui couvre 11 pays et territoires

dont l'économie dépend dans une large mesure de leurs côtes : Anguilla, Antigua-et-Barbuda, Dominique, Grenade, îles Vierges britanniques, Montserrat, Sainte-Lucie, Saint-Kitts-et-Nevis, Saint-Vincent-et-les Grenadines, Trinité-et-Tobago. Elle soutient aussi les activités organisées dans la région par la Commission océanographique intergouvernementale (COI).

Les organisations multilatérales qui ne font pas partie du système des Nations Unies ont elles aussi des objectifs très divers. Certaines sont des centres de recherche proprement dits, créés délibérément pour servir des programmes très coûteux qui dépassent les possibilités d'un seul pays. C'est peut-être là, encore plus que sur tout autre point, que l'on peut discerner les différences que présente la participation de la région comparée aux autres régions du monde. Il est difficile aux pays de la région d'avoir accès à la mégascience, c'est-à-dire aux projets exigeant des installations extrêmement coûteuses concentrées en un seul lieu – laboratoires sur les hautes énergies, grands télescopes et radiotélescopes, satellites d'observation, etc. – à moins que la géographie ne dicte l'implantation de l'équipement dans l'un d'entre eux, comme c'est le cas des observatoires astronomiques (voir le *Rapport mondial sur la science*, 1998). Dans ce contexte, l'Organisation européenne pour la recherche nucléaire, le CERN, basé à Genève, centre majeur de recherche, mérite une mention spéciale. Fondé en 1954, il compte aujourd'hui 20 États membres, tous européens; cependant, quelque 6 500 scientifiques de 500 universités et de plus de 80 nationalités viennent mener des recherches dans le laboratoire du CERN, et ils comprennent une forte proportion des spécialistes de la physique des particules travaillant dans la région LAC. Depuis 1990, le CERN a signé des accords de coopération avec le Brésil, le Chili, l'Argentine, le Pérou, la Colombie, le Mexique et l'Équateur.

Lorsque la recherche est menée de manière plus « déconcentrée », dans des laboratoires dispersés entre différents contextes, des perspectives s'ouvrent aux groupes de recherche de haut calibre de la région, qui peuvent ainsi avoir accès à de meilleurs équipements, à une meilleure documentation, et (au moins en théorie) réussir à prendre part en définitive à l'exploitation de solutions à des problèmes

très pointus qui peuvent aussi se révéler très pertinentes. Un exemple de ce type a été l'expérience brésilienne de l'Organisation de séquençage et d'analyse des nucléotides (ONSA), réseau virtuel de génomique groupant plus de 50 laboratoires brésiliens, dans le cadre d'un projet dont l'objectif principal était de créer un réseau de laboratoires dans l'État de São Paulo pour séquencer la totalité du génome de la bactérie *Xylella fastidiosa*, pathogène, à l'origine d'une maladie qui endommageait 34 % de la récolte d'oranges du Brésil (l'État de São Paulo est une des plus grosses régions productrices d'oranges dans le monde, avec près de 30 % de la production mondiale de jus d'orange). La coopération scientifique étrangère a été sollicitée pour définir des questions cruciales comme le choix de l'organisme à séquencer et débattre d'éventuelles orientations prometteuses à suivre dans la recherche, mais le programme, le réseau et les mécanismes de coopération (ainsi que le financement) ont fondamentalement été définis par le pays lui-même. Le séquençage de la bactérie a été finalisé en janvier 2000, avec près de quatre mois d'avance sur le calendrier prévu. C'était la première fois que des scientifiques dressaient la carte du génome d'une plante pathogène. La clé de ce succès, a-t-on fait valoir, aurait été la façon dont a été menée l'intégration complexe des acteurs.

D'autres grands programmes internationaux sont aussi « déconcentrés », tels ceux qui portent sur l'étude du changement climatique, l'océanographie, la météorologie, etc. Ces programmes sont souvent coordonnés par un comité national qui est lui-même en contact avec un secrétariat général; des programmes internationaux comme la COI et le PICG, mentionnés plus haut, fonctionnent ainsi.

Dans la sphère non gouvernementale se distinguent en particulier les programmes placés sous les auspices du Conseil international pour la science (CIUS), fondé en 1931 en vue de promouvoir l'activité scientifique internationale. Avec ses 98 membres scientifiques nationaux (académies et organismes nationaux de S & T), ses 26 unions scientifiques membres et ses 28 membres associés scientifiques, le CIUS peut faire appel à un large éventail d'expertise scientifique pour traiter des grandes questions internationales interdisciplinaires.

De plus, il joue le rôle de point focal pour l'échange d'idées et d'informations et l'élaboration de normes pour la science, organise et participe à de grandes conférences internationales et encourage la création de réseaux ayant des objectifs similaires. Périodiquement, et en conjonction avec d'autres organisations, il promeut le lancement de grands programmes internationaux comme le Programme mondial de recherche sur le climat (WCRP), le Programme international sur la géosphère-biosphère (PIGB), le Programme international sur les dimensions humaines du changement environnemental global (IHDP), le Programme international sur la science de la biodiversité (DIVERSITAS) et les systèmes mondiaux d'observation de la Terre, des océans et du climat.

La région LAC participe au CIUS par l'intermédiaire de ses membres nationaux dans 11 pays – Argentine, Bolivie, Brésil, Chili, Colombie, Costa Rica, Cuba, Jamaïque, Mexique, Uruguay et Venezuela – et à travers la participation volontaire de scientifiques de la région à divers organes et programmes internationaux. Toutefois, la participation active limitée des scientifiques de la région comme, plus généralement, des pays en développement à ces forums signifie que les questions touchant la science dans ces pays ne sont pas suffisamment comprises et prises en considération. Cela a incité le CIUS à décider, comme on l'a déjà indiqué, de créer des bureaux régionaux, dont l'un fonctionnera en Amérique latine. Certaines unions internationales ont aussi des comités régionaux, comme l'Organisation internationale de recherche sur le cerveau (IBRO), ou des comités pour les pays en développement, comme l'Union internationale de géodésie et de géophysique (UIGG) et l'Union internationale de physique pure et appliquée (UIPPA). Dans d'autres cas, il existe des associations nationales (comme dans celui des sciences physiologiques ou de l'histoire de la science) ou des réseaux et des fédérations régionaux (comme la Fédération des sociétés latino-américaines d'immunologie) associés aux unions internationales. La plupart des unions accordent de petites subventions pour aider à l'organisation de réunions scientifiques dans la région LAC et prendre en charge le coût des visites de jeunes chercheurs, ainsi que les frais de voyage des chercheurs de grands laboratoires. D'autres unions

ou programmes exécutent des projets spécifiques sur des thèmes locaux (en météorologie, géographie, géologie, etc.), ordinairement avec la participation de scientifiques locaux.

Quant aux programmes scientifiques internationaux, il faut noter que la présence latino-américaine y est souvent entravée non seulement par un défaut d'aide à la participation individuelle de scientifiques, pour lesquels de telles responsabilités viennent encore accroître une charge de travail déjà lourde, mais aussi par l'absence de l'infrastructure matérielle et organisationnelle locale nécessaire à ces programmes. Pour prendre un seul exemple, il n'y a pas dans la région de centres de données reliés au Système mondial de centres de données.

Le Centre international de physique théorique (CIPT), basé à Trieste (Italie), est une institution clé pour la coopération scientifique avec les pays en développement. Fondé en 1964 par Abdus Salam, physicien théorique d'origine pakistanaise et lauréat du prix Nobel, le CIPT fonctionne sous les auspices de l'UNESCO et de l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA), le gouvernement italien constituant sa principale source de financement. Il aide les pays en développement par le biais de 4 programmes : centres affiliés, réseaux, chercheurs invités et réunions scientifiques. Les programmes et réseaux aidés par le CIPT dans la région LAC sont considérés comme particulièrement performants, grâce à la collaboration existant de longue date entre les institutions éducatives de la région. Au cours des quinze dernières années, le CIPT a fourni une aide financière partielle à plus de 400 réunions organisées dans la région LAC. De plus, il met en œuvre des programmes de dons de livres et de matériel de laboratoire qu'il a étendus depuis 1986 aux domaines de la biologie et de la chimie avec le concours de la TWAS. D'autres centres basés à Trieste fournissent une aide à la science dans les pays en développement dans divers domaines : le Centre international pour le génie génétique et la biotechnologie (ICGEB) et le Centre international pour la science et la technologie de pointe (ICS).

La TWAS est une organisation autonome fondée en 1983 à Trieste, également sous la direction d'Abdus Salam. Ses objectifs sont entre autres de reconnaître et de soutenir l'excellence des activités scientifiques menées dans les pays en

développement, et de faciliter les contacts entre scientifiques dans ces pays, ainsi qu'entre eux et le reste du monde. Sur ses 661 membres élus jusqu'en 2003, 23 % viennent de la région LAC, répartis comme suit : Argentine (20), Bolivie (1), Brésil (58), Chili (17), Colombie (5), Costa Rica (1), Cuba (6), Équateur (1), Guatemala (2), Jamaïque (2), Mexique (23), Pérou (4), Trinité-et-Tobago (2), Uruguay (1) et Venezuela (9).

L'Académie met en œuvre divers programmes d'aide aux pays en développement, et elle a aussi joué un rôle clé dans la création du Réseau d'organisations scientifiques du Tiers Monde (TWNSO) et de l'Organisation des femmes scientifiques du Tiers Monde (TWOWS), qui comptent tous deux une importante participation latino-américaine. Grâce à un accord entre la TWAS et l'Académie brésilienne des sciences, un bureau régional de la TWAS pour l'Amérique latine et les Caraïbes a récemment été établi.

La Fondation internationale pour la science (IFS), basée en Suède, a été créée en 1972 pour aider les pays en développement à renforcer leur capacité à mener des recherches dans les domaines de l'utilisation, de la gestion et de la conservation des ressources naturelles. Elle est devenue importante dans la région par son soutien financier, ainsi que par une sélection minutieuse et un suivi attentif des boursiers

une fois la bourse expirée. Un soutien approprié aux jeunes chercheurs au début de leur carrière scientifique dans leur propre pays est un facteur qui tend à enrayer la perte de talents scientifiques. La politique de l'IFS a favorisé l'Amérique latine par l'octroi d'une forte proportion de bourses à de jeunes chercheurs de la région (30 % du total sur un nombre total de plus de 3 000), y compris de ses pays les plus avancés, comme l'Argentine et le Mexique. Les organisations nationales des pays suivants sont membres de l'IFS : Argentine, Bolivie, Brésil, Chili, Colombie, Costa Rica, Cuba, El Salvador, Équateur, Guyana, Haïti, Jamaïque, Mexique, Panama, Pérou, Uruguay et Venezuela, outre l'Académie des sciences des Caraïbes, l'Institut caribéen de recherche et développement agricoles et le Centre de recherche et de formation en agronomie tropicale. Nombre de scientifiques latino-américains travaillent avec l'IFS en qualité de consultants, de membres de ses comités et de membres de son conseil d'administration. Le domaine d'étude le plus développé dans la région LAC est celui de l'élevage (maladies et nutrition animales).

Le Groupe interacadémies (IAP) est un réseau mondial des académies des sciences du monde, lancé en 1993. Son objectif premier est d'aider les académies membres à s'employer de concert à conseiller les citoyens et les responsables publics

Tableau 6
FINANCEMENT DE LA S & T PAR LA BID EN AMÉRIQUE LATINE

Choix de pays

	Description du projet	Année	Montant (millions de dollars)	% des décaissements consacré à la S & T
Argentine	Modernisation technologique, 2 ^e programme de S & T	1999	140,00	14,60
Brésil	FINEP II	1995	160,00	97,60
Chili	Innovation technologique	2000	100,00	16,20
Colombie	3 ^e programme de S & T	1995	100,00	89,10
Équateur	Programme de S & T	1995	24,00	99,70
Guatemala	Programme de développement technologique	1999	10,70	0,00
Mexique	Programme de S & T	1993	116,18	86,20
Nicaragua	Aide à l'innovation technologique	2001	6,79	0,00
Panama	Aide aux secteurs de production compétitifs	1998	14,20	55,40
Panama	Aide à la mise en œuvre pour la S & T et l'innovation	2000	3,30	19,00
Uruguay	Développement technologique	2000	30,00	2,50
Venezuela	2 ^e phase du programme de S & T	1999	100,00	15,10

Source : Banque interaméricaine de développement (1999-2001), *Rapports annuels*. BID.

sur les aspects scientifiques des grandes questions mondiales. L'IAP s'attache en particulier à aider les jeunes et petites académies à atteindre ces objectifs. Il compte parmi ses membres 92 académies scientifiques du monde entier, dont 11 de la région LAC.

Institutions financières internationales

De par la portée de son action, la Banque mondiale exerce une influence considérable sur les axes majeurs de l'enseignement supérieur, de la S & T et des transformations des infrastructures. Durant la décennie écoulée, les efforts de la Banque mondiale pour promouvoir la S & T se sont intensifiés, mais ils ont été plus orientés vers le soutien de programmes spécifiques dans certains secteurs tels que l'agriculture et la santé, et plus définis à partir d'une perspective mondiale qu'en fonction des intérêts des pays eux-mêmes. La Banque mondiale envisage actuellement la possibilité d'aider de nouveaux domaines de la S & T dans les pays en développement et d'offrir de nouvelles formes d'aide aux programmes régionaux de S & T. Au-delà des caractéristiques propres à chaque pays, la tendance est à encourager le financement et la mise en œuvre de la R & D par le secteur privé, ce qui implique une réduction du rôle des institutions publiques, l'intention déclarée étant d'améliorer la qualité et l'équité dans l'enseignement supérieur, d'accroître et de renforcer les ressources humaines de la S & T et de créer les services de soutien nécessaires pour augmenter l'efficacité des investissements publics et privés dans la S & T.

De même, la Banque interaméricaine de développement (BID) exerce une notable influence sur la façon dont les citoyens des pays latino-américains considèrent le financement de la S & T. Depuis 1968, elle applique une politique explicite de S & T qui était initialement orientée vers le renforcement des capacités de S & T dans les universités publiques et les centres de recherche, en investissant dans les bourses et les infrastructures. Vers 1980, la BID a commencé à promouvoir la demande du secteur privé et les liens entre les producteurs de connaissances, les utilisateurs et les technologies. C'est pendant cette deuxième étape que le système d'examen par les pairs a été adopté comme pratique effective pour l'établissement des normes de qualité propres au monde de la science. Durant la

dernière décennie, la BID s'est tournée vers le financement du développement technologique, les offres de financement non remboursable de projets de recherche et de services de S & T, la formation des ressources humaines, le renforcement des infrastructures, la diffusion des technologies, les activités d'information et de diffusion, et l'étude et la coordination de politiques pour les systèmes nationaux d'innovation. Ces éléments montrent clairement comment les accords entre la BID et les organismes nationaux de S & T se sont adaptés avec le temps à l'évolution des demandes. Le tableau 6 donne une idée de l'ampleur des efforts consentis ces dernières années, impliquant une proportion importante de fonds déboursés pour les activités de S & T.

QUELQUES REMARQUES FINALES

Une des contraintes auxquelles la coopération est systématiquement confrontée est la contrainte financière, particulièrement en ce qui concerne la possibilité de prendre des décisions indépendantes quant à la définition des programmes. Une grande part du financement de la coopération vient, semble-t-il, de prêts, comme ceux qu'accordent la Banque mondiale, la BID et d'autres organismes qui, tout en laissant une certaine marge de manœuvre aux réseaux disciplinaires et thématiques pour l'établissement de contacts et de liens avec d'autres groupes nationaux, régionaux ou internationaux, imposent en revanche les conditions dans lesquelles ces activités peuvent être menées et conduisent à un endettement dont l'effet cumulatif est connu de tous. Malheureusement, on ne dispose pas de données et de chiffres fiables sur ce sujet. Plusieurs questions demeurent donc en suspens, qui pourront être examinées dans d'autres études. Par exemple, quels montants sont affectés à la coopération en matière de S & T en Amérique latine ? Dans quelle mesure les budgets alloués à cette coopération sont-ils (in)stables ? Dans quelle mesure le financement externe est-il bénéfique ou comporte-t-il des restrictions indésirables ? Les accords et déclarations d'intentions demeurent-ils lettre morte faute de ressources financières ou de volonté politique ? Il semble que certaines de ces questions soient pertinentes dans la mesure où les montants des contributions des États aux activités régionales n'ont pas suivi l'inflation durant les dernières décennies.

D'une manière générale, même les contributions des pays les plus développés de la région à ce type d'activités supranationales ne sont pas supérieures aux montants accordés dans ces mêmes pays à titre de subventions aux groupes de recherche individuels. Dans la région LAC, la coopération internationale ne fait toujours pas partie, en règle générale, des programmes nationaux de S & T.

Des efforts ont été faits récemment en vue de créer un fonds régional pour financer la coopération en matière de S & T, en particulier l'initiative concernant le Fonds ibéro-américain pour l'intégration scientifique et technologique (FIICYT) que le Sommet ibéro-américain a proposé, à la demande du Chili, à la BID aux fins de financement en 1998. Une nouvelle initiative lancée dans la région, le PROSUL, est devenue réalité à la fin de 2001, à la suite d'une proposition présentée par le Brésil en août 2000 à la réunion des présidents de l'Amérique du Sud dans le contexte de la création d'un organisme sud-américain intégré pour la science, la technologie et l'innovation, décrit dans la loi budgétaire sous le titre « Élaboration de projets conjoints de science et de technologie entre le Brésil et les pays d'Amérique du Sud ». Le programme vise à intensifier les efforts de coopération en matière de S & T, à organiser des liens entre les organisations multilatérales et les projets de coopération bénéficiant d'une aide, et à doter le système sud-américain de S & T d'un instrument lui permettant de formuler une stratégie régionale spécifique dans ce domaine.

La scène scientifique internationale offre actuellement un tableau très complexe, et la situation de la région latino-américaine continue d'apparaître à la fois économiquement et politiquement instable, ce qui affaiblit son pouvoir de négociation. Dans un climat de durcissement des relations entre le Nord et le Sud dû à l'émergence de causes de friction trop nombreuses, les difficiles négociations sur la dette qui ne cesse d'augmenter, les ajustements économiques douloureux exigés par le Fonds monétaire international (FMI), les pressions en rapport avec les licences et les droits de propriété intellectuelle en général, l'application des accords de libre-échange, la protection face aux investissements étrangers, les efforts de lutte contre le trafic de drogues, la prolifération des armements, y compris les armes nucléaires, et le terrorisme

contribuent tous à encourager les pays développés à redéfinir la nature et la portée de leur coopération, sinon à adopter une attitude de repli et de défiance envers la coopération avec les pays en développement, y compris ceux d'Amérique latine.

Dans ces nouvelles conditions, les communautés scientifiques traditionnelles sont reléguées au second plan à la fois par les organisations multilatérales à orientation commerciale, qui préfèrent éviter les scientifiques et rechercher des partenaires profitables et des relations commerciales avec les entreprises locales, et par les organisations internationales, qui cherchent à s'impliquer dans des causes comme celles de la réduction de la pauvreté, la défense des droits des minorités et l'autonomisation sociale. Il est aujourd'hui évident que le système des Nations Unies n'est pas disposé à jouer un rôle dirigeant dans la mobilisation de la S & T au service du développement durable; ni la Banque mondiale, ni les banques régionales de développement, ni les organismes bilatéraux, ni les fondations privées n'assumeront ce rôle dans un proche avenir. Dans son propre intérêt, la région LAC doit combler ce vide en prenant la décision politique de mobiliser la S & T au service de son développement.

De nouvelles formes de coopération internationale verront probablement le jour en Amérique latine dans les domaines et les secteurs où il existe une réelle interdépendance, ainsi que des institutions, des programmes et des activités qui pourraient offrir des solutions et intéresser toutes les parties en présence. Pour organiser la coopération sur des fondements solides, il faut mettre en place un mécanisme adéquat, stable et fiable. La tâche pour les pays latino-américains qui souhaitent participer à ce nouveau type de coopération est d'établir et de garantir la qualité et la compétence des divers organismes et groupes qui vont constituer la base des échanges internationaux. Étant donné l'écart entre les pays développés et les pays latino-américains, tant en termes de richesse que de compétences, ces liens mettront beaucoup de temps à devenir vraiment symétriques en ce qui concerne les ressources et le transfert de connaissances, mais il faut au moins qu'ils soient aussi symétriques que possible du point de vue des efforts consentis par chaque partie pour identifier les besoins, la situation et les perspectives de l'autre. Ce problème est particulièrement

aigu pour les plus petits des pays les moins avancés dans le domaine de la S & T. Le resserrement des liens entre les pays de la région de façon qu'ils puissent se renforcer les uns les autres et progresser de manière intégrée est indispensable si la région LAC veut commencer à être considérée comme une force à ne pas négliger sur la scène internationale.

Comme il a été noté entre autres à la réunion des ministres responsables de la science et de la technologie à La Havane en 1999, il existe dans la région LAC un potentiel inexploité pour ce qui est du transfert horizontal de connaissances et de technologies dans des conditions mutuellement avantageuses, et en ce qui concerne la création d'alliances entre le secteur productif et les groupes de recherche de divers pays pour concevoir des technologies endogènes de production dans des conditions socialement et environnementalement durables. Il est aussi important de faire un effort pour régionaliser et internationaliser les universités, de les coordonner de façon à pouvoir renforcer leurs programmes tout en les rendant réceptifs aux besoins réels de la région, et de faciliter l'échange de scientifiques et la mobilité des diplômés pour une meilleure utilisation des ressources de la région. Il est également nécessaire d'échanger les critères et les points de vue sur les législations nationales concernant la science, la technologie et l'innovation, et de renforcer la consultation et la coordination afin d'élaborer des positions communes des pays latino-américains dans les instances et réunions internationales, leur permettant de défendre des points de vue communs et d'empêcher que ne soient prises des décisions qui élargiraient encore le fossé qui les sépare des pays les plus développés en matière de S & T. Il faut renforcer l'élément solidarité des processus d'intégration pour tirer parti des opportunités offertes par la mondialisation, qui devrait être considérée non pas comme une sorte d'uniformité ou de subordination, mais comme une ouverture sur la perspective d'un partage des bienfaits sans élimination des différences, d'une préservation des caractéristiques endogènes en même temps que d'un enrichissement de la dimension universelle.

Le présent chapitre a été rédigé en 2001 et a été en partie actualisé.

RÉFÉRENCES ET LECTURES COMPLÉMENTAIRES

- Une vaste bibliographie a été utilisée pour la rédaction du présent chapitre. Les références suivantes sont uniquement celles qui ont servi de sources premières de données et d'indicateurs statistiques.
- Banque interaméricaine de développement. 1999-2001. *Rapports annuels*. Washington, D. C., BID.
- Banque mondiale. 2000. *World Development Report, 1999-2000 - Entering the 21st Century*. New York, Banque mondiale/Oxford University Press.
- Cetto, A. M.; Vessuri, H. 1998. L'Amérique latine et la Caraïbe. *Rapport mondial sur la science*, 1998. Paris, Éditions UNESCO.
- Fernández, M.T. 2004. Communication privée. Actualisée à partir de M. T. Fernández, I. Gómez et J. Sebastián (1999), *Interciencia*, 23 (6), p. 328.
- Gaggioli, N. 2001. *Optics in Latin America, Spain and Portugal*. <http://www.europeanopticalsociety.org/EOS.htm> (août).
- Hugonnier, B. 2005. Global Perspective: the OECD's Work on Internationalisation and Trade in Higher Education. Séminaire du Forum de l'UNESCO, Mobilité académique dans un environnement commercial : questions, opportunités et risques pour l'Amérique latine et les Caraïbes. Mexico, 7-8 juin.
- Institute of International Education. 1996. *Open Doors, 1995-1996 : Report on International Education Exchange*. New York, IIE.
- Knight, J. 2004. Internationalization Remodeled : Rationales, Strategies and Approaches. *Journal for Studies in International Education*, 8 (1).
- Narváez-Berthelemot, N.; Russell J. M.; Velho, L. 1999. *Research Evaluation*, 8 (2), p. 83.
- National Science Foundation. 2001. *Graduate Students and Postdoctorates in Science and Technology Fall, 1999*. Arlington, Virginie, NSF. (NSF 01-315.)
- Observatoire des sciences et des techniques. 2004. *Principaux indicateurs S&T*. Paris, OST.
- Pellegrino, A. 2001. *¿Drenaje o éxodo? Reflexiones sobre la migración calificada [Ponction ou exode ? Réflexions sur la migration de personnel qualifié] (document d'étude)*. Montevideo, Université de la République.
- Programme des Nations Unies pour le développement. 2000. *Rapport sur le développement humain, 2000*. Paris/Bruxelles, PNUD/De Boeck Université.
- Réseau ibéro-américain d'indicateurs de science et technologie. 2002. *El Estado de la ciencia. Principales Indicadores de ciencia y tecnología iberoamericanos/interamericanos [L'État de la science. Principaux Indicateurs latino-américains/interaméricains de la S & T]*. Buenos Aires, RICYT.
- UNESCO. 1998. *Rapport mondial sur la science*, 1998. Paris, Éditions UNESCO.

Ana María Cetto est directrice de recherche à l'Institut de physique, maître de conférences à la faculté des sciences de l'Université nationale autonome du Mexique (UNAM) et membre du Système national de chercheurs au Mexique. Son domaine initial de recherche est la physique théorique, avec une spécialisation dans les bases de la mécanique quantique, domaine où elle a apporté une contribution substantielle à la théorie de l'électrodynamique stochastique. Elle est l'auteur de divers ouvrages de vulgarisation scientifique et manuels ainsi que de cent articles sur l'éducation, la politique et l'édition scientifiques.

Elle a été doyenne de la faculté des sciences et directrice du projet de musée de la Lumière (UNAM), rédactrice en chef de la *Revista Mexicana de Física*, directrice et fondatrice de LATINDEX (système d'information électronique pour les périodiques scientifiques latino-américains) et vice-présidente de l'Association Interciencia et de l'Organisation des femmes scientifiques du Tiers Monde (TWOWS). Elle est membre du Bureau de l'Université des Nations Unies et préside le Comité exécutif des conférences Pugwash (prix Nobel de la paix 1995). Elle a collaboré avec l'UNESCO en tant que consultante pour la Conférence mondiale sur la science (1999).

Ana María Cetto est directrice générale adjointe de l'Agence internationale de l'énergie atomique et chef de son Département de la coopération technique, secrétaire générale du Conseil international pour la science (CIUS) et membre du conseil d'administration de l'International Foundation for Science. Elle est membre de l'Académie des sciences du monde en développement (TWAS) et de l'Académie mexicaine des sciences.

Le professeur Cetto s'est vu décerner la médaille d'or de la Ligue internationale des humanistes (1998) et le prix national pour le développement de la physique de la Société mexicaine de physique (2000). Elle a été désignée Femme de l'année au Mexique en 2003.

Hebe Vessuri est chercheuse à plein temps à l'Institut vénézuélien de la recherche scientifique, où elle dirige le Département des études scientifiques et coordonne le programme d'études universitaires supérieures sur les études sociales de la science. Elle a contribué à l'émergence et à la consolidation du domaine des études sociales de la science et de la technologie en Amérique latine, par la recherche, l'enseignement, l'organisation de programmes d'études universitaires supérieures dans plusieurs pays d'Amérique latine et le lancement d'initiatives aux niveaux national, régional et international.

Ses travaux portent sur la sociologie et l'histoire contemporaine de la science en Amérique latine, la politique scientifique, la sociologie de la technologie, l'expertise et la démocratie, et l'exclusion sociale.

Elle est associée aux comités de rédaction de plusieurs revues internationales dans le domaine des études sociales de la science, dont *Social Studies of Science* ; *Science, Technology & Society* ; *Interciencia* et *Redes*, et elle participe activement au développement des publications consacrées à ce sujet.

Hebe Vessuri a été vice-présidente de l'Union internationale des sciences anthropologiques et ethnologiques (UISAE) et membre du Conseil international des sciences sociales (CISS), et elle préside actuellement le Comité scientifique latino-américain du Forum de l'UNESCO sur l'enseignement supérieur, la recherche et la connaissance. Elle a collaboré avec l'UNESCO et d'autres organisations internationales et régionales en siégeant à de nombreux comités et organes consultatifs.

Les pays de la CARICOM

ISHENKUMBA A. KAHWA et HAROLD RAMKISSOON

La région des Caraïbes est un archipel de petits pays insulaires relativement jeunes de la mer des Caraïbes auxquels s'ajoutent quelques pays voisins de la côte contiguë de l'Amérique latine. La superficie de ces pays insulaires varie de 103 kilomètres carrés (Montserrat) à 10 000 kilomètres carrés (Jamaïque).

Les pays des Caraïbes sont pour la plupart anglophones, à l'exception du Suriname (néerlandophone), d'Haïti (francophone), de Cuba et de la République dominicaine (hispanophones) (voir le chapitre relatif à l'Amérique latine pour ces deux derniers pays). Le présent chapitre ne traite que des pays membres du Marché commun des Caraïbes (CARICOM ; voir encadré p. 83 et tableau 1).

Les pays insulaires anglophones ont forgé des liens culturels, économiques et éducatifs étroits au moyen de mécanismes institutionnels. Par exemple, l'Université des Indes-Occidentales (UWI), fondée en 1948, joue un rôle central dans l'enseignement supérieur de ces pays insulaires, tandis que la CARICOM sert à cimenter l'union des peuples des Caraïbes.

Les pays des Caraïbes ont cependant des ressources naturelles, des politiques économiques et des stratégies politiques différentes, qui ont produit une grande diversité de réalisations économiques, éducatives, industrielles et culturelles.

NOUVELLES TENDANCES DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR

En dehors de l'UWI, qui a trois campus principaux (à la Barbade, à la Jamaïque et à la Trinité-et-Tobago), il y a l'Université du Guyana avec deux campus, l'Université de technologie (Jamaïque) et l'Université du Suriname, qui sont financées sur fonds publics. La Northern Caribbean University (Jamaïque) est privée (tableau 2). Il y a d'autres grands établissements d'enseignement supérieur financés sur fonds publics importants pour la science et la technologie (S & T), comme le *Sir Arthur Lewis Community College* (Sainte-Lucie), le *College of the Bahamas*, le *Barbados Community College*, le *College of Science, Technology and Applied Arts* (Trinité-et-Tobago), le *College of Agriculture, Science and Education* (Jamaïque), le *Belize College of Agriculture* et la *Central American Health Science University* (Belize Medical College). Ces établissements permettent

aux étudiants en S & T de terminer la première partie de leur programme de diplôme dans leur pays pour un coût relativement modeste et dans un environnement culturel familier avant d'aller dans les grands campus de la Barbade, de la Jamaïque et de la Trinité-et-Tobago pour y obtenir leur diplôme.

Un ajout récent est l'Université de la Trinité-et-Tobago, qui a commencé à fonctionner en juillet 2004. Pour débiter, cette université n'offre des programmes qu'en sciences et en ingénierie, tant au niveau du diplôme qu'au niveau des études universitaires supérieures.

L'UWI a établi des programmes d'études universitaires supérieures conduisant aux diplômes de troisième cycle et de doctorat. Les effectifs des programmes d'enseignement supérieur s'élevaient en 2002-2003 à 4 638 étudiants, dont 1 726 (37 %) dans des disciplines de S & T. L'Université de technologie, l'Université du Guyana et l'Université du Suriname sont aussi en train d'élargir et de consolider leurs programmes d'études universitaires supérieures.

Au milieu des années 90, l'UWI a bénéficié d'un prêt de la Banque interaméricaine de développement d'un montant de 56 millions de dollars des États-Unis d'Amérique, garanti par les gouvernements, pour consolider, renforcer et développer les infrastructures de S & T (équipement et laboratoires) et les ressources humaines (techniciens de laboratoire et personnel académique). Les activités d'enseignement et de recherche en S & T de l'UWI s'améliorent du fait de cet investissement. La figure 1 montre l'évolution de la production de la recherche sur trois décennies. Il faudra prendre des mesures pour améliorer la production de la recherche en agronomie et en ingénierie; on estime cependant que les enseignants d'ingénierie jouent un rôle déterminant dans la mise en place d'une industrie manufacturière et d'une industrie pétrochimique dynamiques à la Trinité.

Une des tendances les plus notables de l'enseignement supérieur dans la région est la sous-représentation du sexe masculin. Depuis 1982, le nombre des étudiantes inscrites à l'UWI a non seulement rejoint mais dépassé celui de leurs homologues masculins. En 1999-2000, les étudiants du sexe masculin ne représentaient que 33,7 % de l'effectif total et 31,3 % de l'effectif des étudiants en année finale de diplôme.

Tableau 1
 INDICATEURS CLÉS POUR LES PAYS DE LA CARICOM, 2001-2003

	Population (milliers) 2001	Classement IDH ¹ 2002	Croissance du PIB (% par an) 2001	PIB par habitant, PPA (dollars internationaux courants) 2001	Dépenses d'éducation en % du PIB 2001	Dépenses d'enseignement supérieur en % du total des dépenses d'éducation 1999-2001	DIRD en % du PIB 2002	Pénétration de l'Internet 2003 (en % de la population totale) ²
Antigua-et-Barbuda	72	55	2,3	10 620	3,5	15,1	–	12,82
Bahamas	307	51	4,5 ³	16 690 ³	4,0 ¹	–	–	26,49
Barbade	268	29	–2,1	15 410	6,7	29,9	–	37,08
Belize	245	99	5,1	5 920	6,8	16,2	–	10,89
Dominique	78	95	–3,9	5 580	5,6	–	–	16,03
République Dominicaine	8 485	98	2,9	6 380	2,5	10,9	–	–
Grenade	81	93	–4,7	7 040	4,5	–	–	16,90
Guyana	762	104	3,4	4 320	4,5	–	–	14,22
Haïti	8 111	153	–1,1	1 640	1,1	–	–	1,80
Jamaïque	2 603	79	1,5	3 850	6,8	19,2	0,08	22,84
Montserrat	3	–	–	–	–	–	–	–
Saint-Kitts-et-Nevis	42	39	3,3	12 030	8,5	21,2	–	21,28
Sainte-Lucie	147	71	–6,3	5 290	7,7	12,8 ⁴	–	8,24
Saint-Vincent-et-les Grenadines	118	87	0,9	5 410	10,0	5,2	0,15	5,98
Suriname	429	67	4,5	–	10,2 ²	8,8 ⁴	–	4,37
Trinité-et-Tobago	1 294	54	3,3	9 180	4,3	3,7	0,10 ⁴	10,60

1. Indicateur du développement humain tel que défini par le PNUD (de la 1^{re} à la 55^e place, haut niveau de développement humain).

2. Les données fournies pour Antigua-et-Barbuda, le Belize, la Dominique et le Guyana se rapportent à l'année 2002.

3. 2000.

4. 2001.

Sources : pour les données sur la population et l'éducation (sauf l'enseignement supérieur) : UNESCO (2005), *Éducation pour tous : l'exigence de qualité. Rapport mondial de suivi sur l'EPT*, Paris, Éditions UNESCO ; pour les données sur l'enseignement supérieur et l'IDH : PNUD (2004), *Rapport mondial sur le développement humain 2004*, Paris, PNUD/Economica ; pour les chiffres du PIB : WDI CD-ROM 2004 ; pour la DIRD : base de données de l'Institut de statistique de l'UNESCO (2005) ; pour la pénétration de l'Internet : Indicateurs des Objectifs du Millénaire pour le développement, <http://ustats.un.org>.

La tendance dans les disciplines de S & T est similaire, mais les proportions sont encore en faveur des hommes. Quelque 3 491 hommes, soit 51,2 % du total, se sont inscrits dans les cursus d'agronomie, d'ingénierie, de médecine et de sciences exactes et naturelles en 1999. Le chiffre total est dans une large mesure influencé par la prépondérance des étudiants du sexe masculin en sciences de l'ingénieur (79,3 %).

On estime que cette situation reflète le fait que la population masculine est de moins en moins performante, nouveau phénomène de déséquilibre entre les sexes que l'on est en train d'étudier, de même que ses implications. La proportion de femmes occupant des postes d'enseignement à l'UWI est en voie d'augmentation. Elles représentaient 33,2 %

du personnel académique en 1998 et 36,8 % l'année suivante, nominations à des postes de professeur incluses.

STRUCTURE ET ORGANISATION DE LA RECHERCHE

Tous les pays des Caraïbes, individuellement et dans le cadre de la CARICOM, reconnaissent qu'ils ont encore beaucoup de progrès à faire en matière d'absorption et d'application de la S & T pour permettre à leurs populations d'accéder à un meilleur niveau de vie. On ne s'est guère préoccupé de la façon de procéder pour ce faire ou des rôles des divers niveaux d'activités de la recherche scientifique (recherche procédant de la curiosité contre recherche fondamentale ciblée sur les

applications et recherche appliquée orientée vers la résolution de problèmes).

Il semble qu'il n'existe aucun mécanisme permettant de définir les objectifs et priorités de la recherche, de déterminer si les buts de la recherche ont été atteints ou d'évaluer les résultats de recherche à l'intérieur ou à l'extérieur des Caraïbes en fonction de leur éventuel impact positif sur les vies et les économies de la région. C'est là une grave lacune des politiques et de la gestion à laquelle il faut remédier sans tarder si l'on veut que l'innovation en S & T s'enracine dans la culture caribéenne et que la productivité des entreprises scientifiques de la région atteigne son niveau optimal.

Le défaut de cadre conceptuel pour comprendre et évaluer l'innovation dans la région signifie que nombre de programmes de recherche ont été lancés et poursuivis sans évaluation de leurs performances ou sans les infrastructures et les ressources financières et humaines requises pour atteindre leurs objectifs. Pour ces raisons, l'alumine, les bananes, le sucre, les forêts pluviales tropicales et autres ressources présentant un intérêt économique vital pour la région demeurent mal connus, et leur potentiel multiple est dans une large mesure inexploré.

Le plus désolant est que les activités économiques menées dans ces domaines génèrent des gains substantiels, mais sans qu'il existe de capacité endogène de recherche et développement (R & D) pour les soutenir. Il y a bien sûr des exemples isolés de recherches de très grande qualité dans la région, mais ils sont dus essentiellement aux efforts et aux initiatives d'individus motivés et non à un mouvement culturel planifié et soutenu vers l'excellence scientifique régionale ou nationale dans les domaines économiquement vitaux.

La recherche est menée dans les universités, dans les institutions de recherche nationales et régionales spécialisées financées sur fonds publics et, dans une mesure limitée, dans le secteur privé. Parmi les instituts nationaux de recherche, on peut citer comme exemples le Conseil de la recherche scientifique à la Jamaïque, l'Institut national de recherche agronomique au Guyana et l'Institut des affaires de la mer à la Trinité-et-Tobago. L'Institut caribéen de recherche et développement agricoles et l'Institut caribéen de l'environnement et de la santé sont deux des instituts régionaux les plus connus.

La CARICOM

La Communauté et le Marché commun des Caraïbes (CARICOM) a succédé à l'Association de libre-échange des Caraïbes (CARIFTA). Elle a été établie par le Traité de Chaguaramas – signé initialement par la Barbade, la Jamaïque, le Guyana et la Trinité-et-Tobago – qui est entré en vigueur le 1^{er} août 1973.

Aujourd'hui, la CARICOM comprend 15 membres, les plus récemment admis étant le Suriname (1995) et Haïti (1997). Les membres de la CARICOM sont les suivants : Antigua-et-Barbuda, Bahamas, Barbade, Belize, Dominique, Grenade, Guyana, Haïti, Jamaïque, Montserrat, Saint-Kitts-et-Nevis, Sainte-Lucie, Saint-Vincent-et-les Grenadines, Suriname et Trinité-et-Tobago.

Le Traité de Chaguaramas, qui créait un marché et une économie uniques, a été ratifié et est entré en vigueur en 2005. Outre le commerce, il contient des dispositions prévoyant la mise en place d'une Cour de justice des Caraïbes.

Source : site Web de la CARICOM, <http://www.caricom.org>.

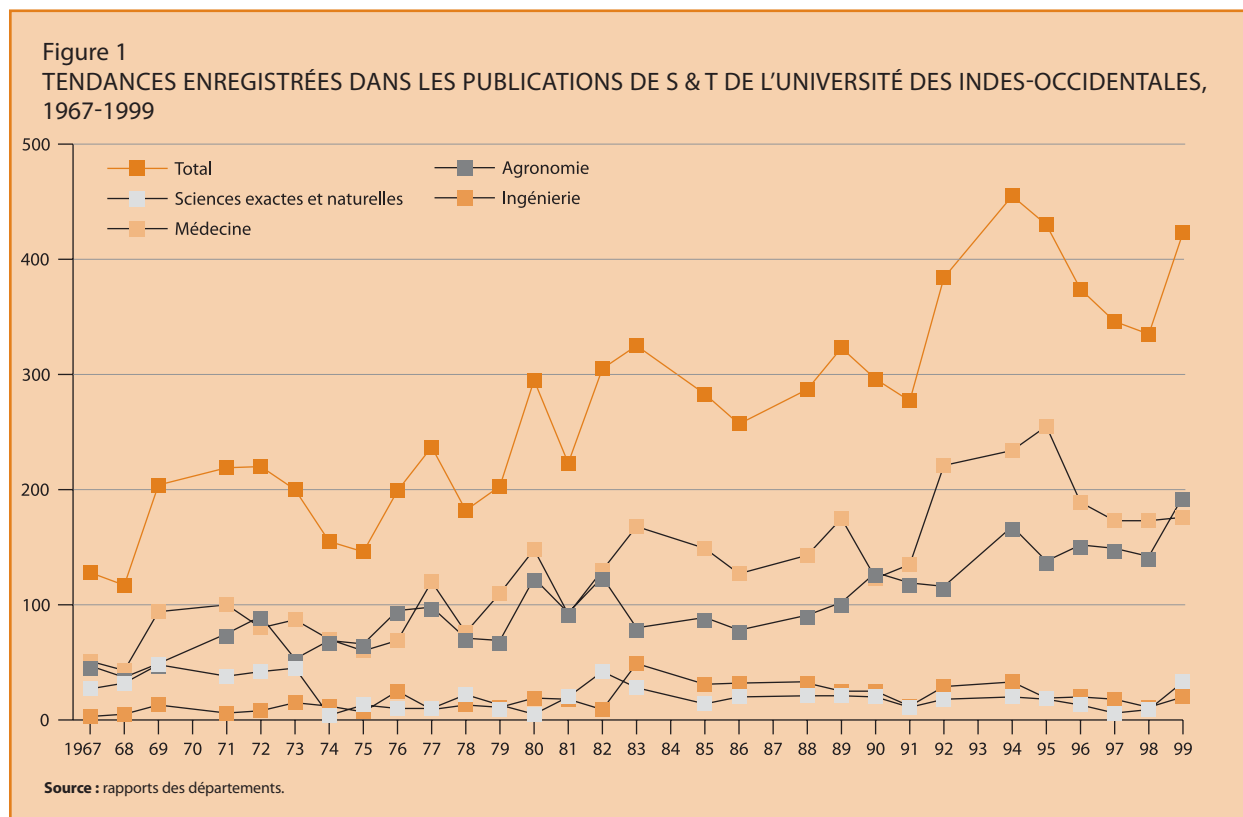
Le Guyana compte un centre exceptionnel de recherche sur la conservation internationale des forêts, Iwokrama¹, qui occupe 3 600 kilomètres carrés de luxuriante forêt vierge

1. Mot amérindien qui signifie « lieu refuge ».

Tableau 2
EFFECTIFS UNIVERSITAIRES DANS LES CARAÏBES, 2000

Université	Domaines de S & T	Total
Université des Indes-Occidentales	6 822	23 369
Université de technologie	2 823	6 636
Université du Guyana	1 207	4 962
Université du Suriname	178	509
Northern Caribbean University	320	3 000

Source : UWI (2000), *Official Statistics for 1999-2000*, Université des Indes-Occidentales. Établi à partir des réponses à l'enquête des auteurs.



tropicale pluviale au cœur du pays. Ce centre reçoit des subventions de recherche de nombreux États ainsi que d'organismes de financement internationaux, mais il n'a pas de fonds propres.

PRODUCTION DE R & D

Les taux de publication dans des revues spécialisées des institutions de recherche autres que celles du secteur académique sont insignifiants. Parmi les travaux de recherche publiés par les institutions académiques d'août 1999 à juillet 2000, environ 92 % venaient de l'établissement de recherche régional, l'UWI, qui a enregistré une progression notable de ses taux de publication, comme le montre la figure 1.

Le nombre des publications ayant pour origine d'autres établissements d'enseignement supérieur pendant la même période s'élève à 31. Globalement, les 6,4 millions d'habitants de la région ont publié 460 communications dans des revues pratiquant l'examen par les pairs, soit 71 communications

par million d'habitants, ce qui est un chiffre encourageant. Il se compare avantageusement aux chiffres de l'Amérique latine recensés dans le *Rapport mondial sur la science 1996* de l'UNESCO, qui indiquait moins de 50 communications de recherche par million d'habitants pour tous les pays de la région à l'exception de l'Argentine et du Chili en 1993. Seul ce dernier pays, avec un chiffre de 90, pouvait afficher un meilleur taux de publication que les Caraïbes. En 1990, Cuba avait un taux de 14 pour 1 million. Cela dit, les chiffres enregistrés pour Singapour et Taiwan de Chine pour la même année atteignaient respectivement 375 et 200, ce qui veut dire que les Caraïbes sont encore loin du but.

Parmi les périodiques pratiquant l'examen par les pairs dans lesquels ont été publiés les travaux de recherche de la région figurent des périodiques de la région. Il s'agit essentiellement de 5 revues scientifiques, dont 3 sont basées à l'UWI. *Tropical Agriculture*, qui a commencé à paraître en 1924, est la revue la plus ancienne de la région encore en activité. Le *West*

Indian Medical Journal est la principale revue scientifique de la région, dont le lectorat englobe aujourd'hui 75 pays, avec quelque 700 abonnés individuels et une diffusion de plus de 2 000 exemplaires. Comme *Tropical Agriculture*, cette revue est trimestrielle. Publiée deux fois par an par la faculté d'ingénierie du campus de la Trinité, le *West Indian Journal of Engineering*, qui a commencé à paraître en 1967, a une liste très impressionnante de conseillers-arbitres internationaux. Son contenu est pourtant dans une large mesure local. Le *Jamaican Journal of Science and Technology*, contenant des communications examinées par les pairs dans de nombreux domaines, est publié deux fois par an par le Conseil de la recherche scientifique. Le *Journal of Science* des Bahamas est publié deux fois par an par Media Enterprises Limited.

DÉPENSES DE R & D

La DIRD est modeste. Par exemple, même dans les plus grands pays insulaires, elle n'atteint que 0,8 % (Jamaïque, 2002) et 0,1 % (Trinité-et-Tobago, 2001). Le montant des fonds effectivement disponibles pour la R & D est à la mesure de la taille minuscule des économies caribéennes (tableau 1).

En Jamaïque, la Fondation de la Jamaïque pour l'environnement, avec un financement normal pouvant atteindre 100 000 dollars des États-Unis d'Amérique par projet sélectionné parmi les demandes examinées par les pairs, est la source majeure de fonds substantiels pour la recherche. La Fondation soutient la conservation de l'environnement et le développement durable, ainsi que les projets et initiatives étroitement liés à ces sujets, pour lesquels elle a approuvé le décaissement de plus de 8 millions de ces mêmes dollars en faveur de 421 projets depuis 1994 (les décaissements pour 1999-2000 ont totalisé 1,80 million de dollars pour 52 projets). Le Conseil de la recherche médicale du Commonwealth des Caraïbes accorde aussi de petites subventions.

Les succès obtenus en matière d'obtention, sur la base de la concurrence, de subventions de financement de sources extérieures sont modestes. La commercialisation des résultats de recherche est une source de recettes, et la région est active dans le domaine de la propriété intellectuelle. La vente de licences de logiciels didactiques par l'UWI à une société internationale,

les nouveaux produits alimentaires lancés par le Conseil de la recherche scientifique et les incubateurs de petites entreprises à l'Université de technologie de la Jamaïque sont quelques exemples encourageants. Le Centre de gestion des ressources et d'étude de l'environnement de la Barbade a été à l'origine du développement de sources d'énergies renouvelables qui répondent aujourd'hui à 15 % des besoins de l'île. Le Centre compte doubler cette proportion d'ici à 2012.

Récemment, les institutions académiques de la région ont incité des sociétés internationales à mener sur place des activités de R & D. Les fonds produits par ces arrangements sont réinvestis dans les infrastructures de recherche (par exemple, sous la forme d'une contribution substantielle à un nouveau spectromètre RMN de 500 MHz à l'UWI, campus de la Jamaïque). Il existe un arrangement similaire au campus de Cave Hill de l'UWI, à la Barbade avec la société BioChem Pharma.

POLITIQUES DE S & T

Certains pays ont des politiques de S & T et des politiques industrielles qui sont stratégiquement liées. D'autres sont en train de formuler de telles politiques. Celles-ci requièrent l'établissement d'organismes nationaux de coordination et de gestion de la S & T, ce qui a été réalisé avec un certain succès. En Jamaïque, la Commission nationale sur la science et la technologie a réussi à mettre en place un fonds pour la technologie de 2 millions de dollars des États-Unis d'Amérique, dont environ 820 000 dollars ont été décaissés en 2000. Ce fonds sert de capital-risque catalytique pour ceux qui innovent et ceux qui investissent dans les technologies. Cependant, la plupart de ces politiques sont désormais obsolètes et leur mise en œuvre est ralentie par le manque de personnel et de fonds.

DIMENSIONS ÉTHIQUES DE LA R & D

La pression de l'éthique s'exerce sur les essais en champ des plantes et des animaux génétiquement modifiés, sur la consommation humaine d'aliments génétiquement modifiés et sur le complexe de la santé environnementale, de la sécurité du travail et du développement économique. D'une manière générale, les questions de préservation de l'environnement et de promotion de la santé humaine sont aujourd'hui nettement mieux comprises

grâce aux activités éducatives menées par les chercheurs, les avocats de la protection de l'environnement et les intérêts touristiques, ces derniers représentant une source majeure de revenus pour la région. Cependant, il faut faire davantage pour comprendre et évaluer les risques pour la santé publique.

TENDANCES DE LA R & D INDUSTRIELLE

L'activité industrielle est très réduite, à l'exception de la Trinité-et-Tobago, qui possède du pétrole, du gaz, une industrie pétrochimique prospère et d'autres industries qui tirent avantage de coûts énergétiques relativement faibles, et de la Jamaïque, du Guyana et du Suriname, où l'extraction de la bauxite et la production d'alumine sont bien implantées. Ces industries sont très dépendantes des sociétés mères à l'étranger pour la R & D, ce qui étouffe la R & D endogène et frustre les jeunes qui voudraient faire des carrières stimulantes et gratifiantes dans leur pays.

Nous notons néanmoins que les grandes entreprises des secteurs de l'alumine, du pétrole, du gaz et de la pétrochimie, et du sucre (et des produits dérivés) aident modestement les activités de recherche des universités de la région, notamment par des dotations et des bourses d'études pour les diplômés travaillant dans certains domaines de recherche. Cependant, ces aides sont généralement de caractère ponctuel plutôt que suivies et à long terme, et il est fréquent que les diplômés de ces programmes ne trouvent pas d'emploi dans les secteurs qui ont financé leurs recherches, compromettant ainsi l'évolution d'une base de R & D endogène dans la région.

L'industrie touristique, très dynamique, n'emploie généralement pas de scientifiques très qualifiés alors qu'elle pourrait être encore plus performante si elle finançait des recherches en technologie de l'information, en gestion de l'environnement et en sciences de la mer, domaines importants pour le tourisme.

COOPÉRATION RÉGIONALE ET INTERNATIONALE

Étant donné la géographie de la région des Caraïbes, sa faible population et ses ressources humaines et financières limitées, il est essentiel qu'elle mette l'accent d'abord et avant tout sur

la coopération régionale pour construire une entreprise scientifique dotée de la masse critique requise. Il existe actuellement trois organisations scientifiques régionales : le Conseil caribéen de la science et de la technologie (CCST), l'Académie des sciences des Caraïbes (CAS) et CARISCIENCE.

Conseil caribéen de la science et de la technologie

La création du CCST a été décidée par les gouvernements et il a été établi en 1981, avec un nombre restreint de membres choisis parmi les responsables des politiques et les scientifiques. Une de ses premières activités a consisté à rédiger un document sur la politique de S & T pour les Caraïbes ; malheureusement, il semble que sa mise en œuvre n'ait guère été suivie.

Académie des sciences des Caraïbes

Organisation non gouvernementale (ONG), la CAS a été lancée avec grand bruit en 1988, riche de promesses de soutien de certains gouvernements de la région. Ce soutien ne s'est pas matérialisé. Cependant, l'Académie, dont les membres sont des scientifiques de premier plan de la région, a pu monter quelques programmes et organiser une réunion scientifique annuelle qui est le seul forum des Caraïbes où les scientifiques de toutes disciplines puissent présenter leurs travaux de recherche. La CAS a institué un programme très réussi de grandes conférences, qui à ce jour a bénéficié de la participation de trois lauréats du prix Nobel. Sur le plan international, elle joue un rôle actif au sein du Groupe interacadémies, réseau mondial d'académies nationales et régionales des sciences, qui a été lancé en 1993 et qui s'intéresse en priorité aux aspects scientifiques des grands problèmes mondiaux.

Dans le cadre de la célébration de son dixième anniversaire, la CAS a organisé en 1998 une grande Conférence sur la promotion de la coopération scientifique et technologique au service du développement des Caraïbes.

CARISCIENCE

CARISCIENCE est une création plus récente, ayant été lancé à la Jamaïque en 1998. Il s'agit d'un réseau UNESCO de programmes de R & D et d'études universitaires supérieures en sciences fondamentales dans cinq pays des Caraïbes. Organisme

administré par des chercheurs en activité pour des chercheurs, son objectif premier est de promouvoir l'excellence académique et d'améliorer la qualité de la recherche scientifique dans la région. Les résultats qu'il a obtenus dans la brève période qui s'est écoulée depuis ses débuts sont impressionnants. Avec des fonds limités, il a réussi à aider nombre de scientifiques, en particulier des jeunes chercheurs et chercheuses, et à encourager la coopération et les échanges à l'intérieur de la région. Il a aussi permis de rétablir des contacts avec les scientifiques caribéens expatriés et décerne des prix annuels CARISCIENCE-UNESCO-Académie des sciences du monde en développement (TWAS) à des étudiants de troisième cycle particulièrement remarquables.

Dynamiser la coopération régionale

Il faudrait que le CCST et la CAS – qui paraissent tous deux se heurter à des problèmes de financement – commencent à dialoguer et à mettre en place un cadre propre à promouvoir la coopération mutuelle et à renforcer les activités de coopération scientifique, en particulier entre universités. Les centres d'excellence, surtout dans les domaines de la science qui ont un impact sur le développement, peuvent favoriser le développement régional, minimiser les doubles emplois et optimiser l'utilisation des ressources humaines.

Le Centre international des sciences de l'environnement et des sciences nucléaires, qui s'attache à établir des liens entre la géochimie, l'alimentation, la santé et l'économie, en est un exemple. Un centre des énergies renouvelables, basé à la Barbade, est en cours de création. Il y a des chances que les gouvernements de la région et autres institutions prennent au sérieux l'entreprise scientifique caribéenne si les scientifiques et leurs organisations font le nécessaire pour constituer une masse critique plus productive parlant d'une seule voix.

Il y a aussi quelques associations scientifiques bien établies, actives, comme la Société caribéenne d'énergie solaire, l'Association caribéenne de génie chimique et de chimie et le Congrès caribéen de mécanique des fluides, dont les réunions scientifiques périodiques suscitent une participation internationale.

Le développement de la S & T dans les Caraïbes peut être dynamisé par une coopération plus étroite avec les organismes internationaux et, au niveau individuel, avec les scientifiques des pays développés. Ces derniers permettraient à nos scientifiques de se tenir au courant dans leur discipline et d'accroître leurs chances d'accéder à des financements.

En ce qui concerne les organismes internationaux, l'UNESCO a démontré de manière tangible son engagement en faveur de la région. Elle a joué un rôle majeur dans la naissance de CARISCIENCE et a aussi apporté son aide pour l'organisation d'un certain nombre de conférences, dont la conférence historique de 1998 à la Trinité.

Les autres organisations qui aident la région sont la TWAS, l'Organisation des États américains, le Conseil international pour la science (CIUS) et la Fondation internationale pour la science.

DIFFICULTÉS PARTICULIÈRES

Les difficultés les plus graves sont le manque de fonds, l'incapacité à attirer et à conserver un personnel de qualité et la médiocrité des conditions de travail (y compris des rémunérations), de la maintenance des équipements et des possibilités de perfectionnement du personnel.

Au Guyana et au Suriname, ces problèmes sont critiques, en raison principalement de la grande faiblesse de l'économie de ces pays. Dans le *Rapport sur le développement humain 2004* du Programme des Nations Unies pour le développement, par exemple, le Guyana était classé au 104^e rang sur 177 pays pour ce qui est de l'Indicateur du développement humain (IHD). Il y a très peu de fonds disponibles pour la recherche et la maintenance des équipements; la faiblesse des infrastructures – dont un approvisionnement en électricité dépourvu de fiabilité – met à rude épreuve la patience des chercheurs; enfin, il n'y a guère de revues scientifiques disponibles. De plus, les scientifiques des universités des deux pays ont des charges d'enseignement très lourdes, ce qui leur laisse peu de temps pour la recherche.

Pour aggraver le problème, les rémunérations du personnel sont loin d'être attrayantes; cela se traduit par l'incapacité des pays à attirer des scientifiques très qualifiés et par le phénomène

du cumul d'emplois, tout à fait contre-productif sur le plan universitaire. À la faculté des sciences exactes et naturelles de l'Université du Guyana, sur 33 employés à plein temps, 6 seulement ont un doctorat et quelques-uns n'ont qu'un premier grade universitaire. Un total misérable de 5 communications internationales a été enregistré dans cette université l'an dernier. La situation dans ces deux pays appelle une intervention de la communauté scientifique internationale.

La plaque tournante des activités scientifiques de la Barbade, de la Jamaïque et de la Trinité-et-Tobago est constituée par les campus de l'UWI. Les scientifiques de ces trois pays ont beaucoup plus de chance que leurs homologues du Guyana, du Suriname et de la plupart des pays des Caraïbes et d'Amérique latine. Ils sont mieux rémunérés et jouissent de meilleures conditions de travail ainsi que d'avantages annexes tels que des bourses de voyage et l'accès à de petites subventions de recherche sur place. Le besoin majeur à satisfaire dans ces pays est celui d'un financement adéquat de la recherche et d'une meilleure gestion de l'entreprise scientifique pour tirer parti du potentiel productif du personnel académique et de l'infrastructure scientifique. La création d'un conseil régional de la recherche pour financer les recherches intéressant les problèmes régionaux et axées sur ces problèmes a été proposée aux chefs de gouvernement des pays des Caraïbes. À leur réunion annuelle de 1999, ces gouvernements ont approuvé une proposition de l'UWI de créer une Agence régionale caribéenne de la recherche.

Le problème de la migration a une sérieuse incidence sur les Caraïbes. Par exemple, au cours de la décennie 1991-2000, la Jamaïque a vu de 20 000 à 25 000 personnes (soit près de 1 % de la population) émigrer chaque année (Institut jamaïcain de planification, 2000). Plus de 11 à 15 % de ces migrants ont des compétences ou des spécialités qui peuvent englober les domaines de la S & T. On peut s'attendre à ce que les taux d'émigration de spécialistes et de Caribéens qualifiés augmentent du fait des campagnes agressives de recrutement menées par les employeurs étrangers. Par exemple, plus de 800 enseignants des Caraïbes ont été sollicités par le système d'éducation de l'État de New York en mai 2001.

Les dirigeants de la région jugent la contribution apportée par la diaspora à la balance des paiements, en particulier,

suffisamment conséquente pour mériter leur attention. Cependant, les institutions de recherche n'ont pas mis en place de mécanismes créatifs qui permettraient aux scientifiques expatriés de participer à l'entreprise scientifique de la région. Cela a besoin d'être fait. De plus, les conditions de travail comme l'état et la productivité de l'entreprise scientifique elle-même auront besoin d'être améliorés afin de minimiser les effets de l'exode des compétences.

Il y a aussi des problèmes mineurs tels que la rétention déficiente du personnel, le défaut d'approche systématique du perfectionnement du personnel, l'absence de missions de recherche à court terme, les difficultés de recrutement dans des domaines concurrentiels, comme la technologie de l'information, et un défaut apparent de motivation chez certains chercheurs qu'on tolère depuis trop longtemps. Il manque une évaluation approfondie des programmes de recherche et des chercheurs eux-mêmes, ainsi qu'une action de la direction pour lutter contre la médiocrité, ou une volonté collective de récompenser matériellement les chercheurs les plus productifs. C'est cette situation qui freine le développement d'une culture endogène de la recherche.

VULGARISATION ET SOUTIEN DU PUBLIC

La vulgarisation scientifique et l'amélioration de la compréhension de la science par le public pour stimuler le soutien à la science sont prises au sérieux dans la région. Les activités poursuivant ce but ont pris diverses formes, comme des conférences scientifiques d'intérêt général ou qui exposent la région à la science de haute qualité pratiquée ailleurs, ainsi que des forums publics rassemblant chercheurs, responsables des politiques publiques, médias, secteur privé et ONG pour débattre des défis, des opportunités et des stratégies pour le développement de la S & T.

Divers groupes d'intérêts scientifiques de la région ont organisé des foires scientifiques, des ateliers, des conférences annuelles, des journées portes ouvertes pour les élèves des écoles, des journées scientifiques sur les campus des universités, des débats aux heures de grande écoute avec des animateurs appréciés du public et une participation aux olympiades nationales et internationales de mathématiques et

d'informatique. Le programme populaire Yapollo de la Trinité-et-Tobago, exposition scientifique interactive destinée aux élèves des écoles, a circulé dans d'autres pays des Caraïbes.

Il est encourageant de noter que le gouvernement de la Trinité-et-Tobago s'apprête à construire un centre consacré à la science. La Jamaïque a aussi créé un tel centre, petit mais symbolique. Le financement de ces programmes vient directement des budgets de l'État et des institutions, des organismes nationaux de coordination scientifique, des industries locales, de CARISCIENCE et d'organisations scientifiques internationales comme la *Royal Society of Chemistry*.

TENDANCES FUTURES

En dépit des obstacles auxquels elle est confrontée, la communauté scientifique des Caraïbes a réussi à contribuer au développement de la science ainsi qu'au développement national et régional. Environ 46 % de la population des Caraïbes vit au-dessous du seuil de pauvreté. Alors que les gouvernements et autres groupes d'intérêts prennent mieux conscience du potentiel de la S & T pour lutter contre la pauvreté et comme moteur de la croissance économique, nous escomptons qu'il faudra accorder davantage d'attention aux domaines suivants :

- développement des ressources humaines;
- exploration d'autres sources d'énergie (solaire, éolienne, géothermique et biomasse);
- utilisation de la biotechnologie dans l'agriculture pour dynamiser la production et les exportations alimentaires et réduire la lourde facture des produits alimentaires importés;
- mise en place d'alliances stratégiques au lieu d'accords bureaucratiques entre instituts de recherche et renforcement de la coopération scientifique régionale;
- développement de matériaux, en particulier ceux qui utilisent les ressources de la région (alumine, chaux, pétrole et produits dérivés ou produits à forte valeur ajoutée);
- défis sanitaires et maladies touchant la région;
- exploitation des produits naturels;
- enracinement dans la culture de la région de normes garantissant des produits de qualité, pour protéger les consommateurs et améliorer la compétitivité globale des produits des Caraïbes.

RÉFÉRENCES ET LECTURES COMPLÉMENTAIRES

- Académie des sciences des Caraïbes. 1998. Actes de la Conférence sur la promotion de la coopération en science et technologie au service du développement des Caraïbes. Trinité-et-Tobago, CAS.
- Hall, K. O. (dir. publ.). 2000. *Integrate or Perish: Perspectives of Leaders of the Integration Movement, 1963-1999*. Mona, Jamaïque, Office of the Principal, Université des Indes-Occidentales.
- Hall, K.; Benn, D. (dir. publ.). 2000. *Contending with destiny: The Caribbean in the 21st Century*. Jamaïque, IRP.
- Institut national de l'enseignement supérieur, de la recherche, de la science et de la technologie. 1999. *Report on Survey of Science and Technology indicators*. Trinité-et-Tobago, NIHERST.
- Planning Institute of Jamaica. 2000. *Jamaica 2000, Economic and Social Survey*.
- UNESCO. 1996. *Rapport mondial sur la science, 1996*. Paris, Éditions UNESCO.
- Université des Indes-Occidentales. 2000. *Official Statistics for 1999-2000 (provisoires)*. Mona, Jamaïque, UWI.

Ishenkumba A. Kahwa est professeur de chimie supramoléculaire à l'Université des Indes-Occidentales, campus de Mona (Jamaïque). Ses axes de recherche englobent la chimie et la spectroscopie des agrégats métalliques et leurs applications potentielles dans la catalyse, le diagnostic biomédical et la thérapie, la gestion des déchets toxiques et l'enseignement de la chimie. Il a bénéficié d'une bourse Fulbright (États-Unis d'Amérique) et d'une bourse de recherche UWI/Shell. Ses travaux ont été récompensés par le prix du personnel pour les travaux de recherche les plus remarquables (UWI). Il est aussi rédacteur régional de la revue *MOLECULES*.

Harold Ramkissoon est professeur de mathématiques à l'Université des Indes-Occidentales, campus de la Trinité. Il a fait ses études de mathématiques en Jamaïque et au Canada. Il a bénéficié d'une bourse Alexander von Humboldt (Allemagne), d'une bourse Fulbright (États-Unis d'Amérique) et d'une bourse de l'Académie des sciences du monde en développement (en Chine). Au cours de sa carrière universitaire, il a publié plus de soixante-quinze travaux de recherche.

Le professeur Ramkissoon est membre fondateur et président à la fois de l'Académie des sciences des Caraïbes et du Congrès caribéen de mécanique des fluides. Il a récemment été élu vice-président de l'Union scientifique des Caraïbes, basée à Bogota (Colombie). Il siège à l'exécutif du Groupe interacadémies, basé à Trieste (Italie), et est secrétaire exécutif de CARISCIENCE.

En reconnaissance de sa contribution à la science et au développement de la science dans les Caraïbes, il a été récompensé par un prix national (la médaille d'or Chaconia), la remise de la Clé de la ville de La Havane et la médaille d'or Simón Bolívar de l'Université Simón Bolívar (Venezuela).

L'Union européenne

LAURENCE ESTERLE

INTRODUCTION

L'année 2004 a vu l'élargissement de l'Union européenne, qui est passée de 15 États membres à 25 avec l'entrée de 10 pays de l'Europe orientale et méridionale : Chypre, Estonie, Hongrie, Lettonie, Lituanie, Malte, Pologne, République tchèque, Slovaquie et Slovénie. Un événement d'une telle dimension ne s'était jamais produit en Europe et ne peut être comparé aux vagues successives d'adhésion à la Communauté européenne, comme celles de la Grèce en 1981, du Portugal et de l'Espagne en 1986, ou de l'Autriche, de la Finlande et de la Suède en 1995. Près de 75 millions d'habitants sont entrés dans l'Union européenne en 2004, augmentant de 20 % sa population (tableau 1). Avec 115 000 chercheurs supplémentaires, l'intégration devra aussi se faire dans l'espace européen de la recherche qui demeure, sinon une réalité, du moins un souhait partagé par l'ensemble des pays.

En 2000, le Conseil européen de Lisbonne s'est engagé à réaliser cet espace en créant une dynamique commune pour la recherche et le développement et en augmentant les dépenses pour que l'Union européenne devienne « le pôle le plus compétitif fondé sur la connaissance ». En 2002, le Conseil européen de Barcelone a conforté cet objectif et proposé de porter les dépenses de R & D à 3 % du PIB en 2010. À ce jour, l'objectif – dit « 3 % du PIB » – est loin d'être atteint : le ratio des dépenses nationales de R & D sur le PIB n'était en moyenne que de 1,9 % pour l'Union européenne en 2001 et l'entrée des nouveaux États membres porte ce ratio à 1,8 %

Tableau 1
POPULATION, DIRD ET PIB DE L'UNION
EUROPÉENNE, 2001

Les États-Unis et le Japon sont présentés à des fins de comparaison

Pays/Zone	Population (millions)	PIB (G\$)	DIRD (G\$)	DIRD/PIB (%)
Union européenne à 15	381	9 680	185	1,91
Union européenne à 25	455	10 383	189	1,82
États-Unis d'Amérique	286	10 020	275	2,74
Japon	127	3 390	104	3,06

Source : données OCDE (*Principaux Indicateurs S & T*) et EUROSTAT, traitements et estimations OST.

Tableau 2
RATIO DIRD/PIB DE L'UE, 2001, ET ÉVOLUTION, 1996-2001

Pays/Zone	DIRD/PIB 2001 (%)	Évolution 2001/1996 (%)
Allemagne	2,51	+11
France	2,23	-3
Royaume-Uni	1,89	+1
Italie	1,07	+6
Espagne	0,96	+16
Pays-Bas	1,89	-6
Grèce	0,64	+31
Belgique	2,17	+21
Portugal	0,84	+47
Suède	4,27	+23
Autriche	1,92	+20
Danemark	2,39	+29
Finlande	3,42	+35
Irlande	1,17	-11
Luxembourg ¹	1,71	-
Union européenne (15)	1,91	+7
Pologne	0,67	-6
République tchèque	1,30	+25
Hongrie	0,95	+46
Slovaquie	0,65	-31
Lituanie	0,68	+31
Lettonie	0,44	-4
Slovénie	1,57	+9
Estonie	0,66	+1
Union européenne (25)²	1,81	+7

Notes

- Données de l'an 2000.
- À l'exception de Chypre et Malte.

Sources : données OCDE (*Principaux Indicateurs S & T*) et EUROSTAT, traitements et estimations OST.

(tableau 1). Deux pays seulement de l'Union européenne à quinze membres (UE 15) l'ont dépassé et la grande majorité des autres est située loin derrière ; aucun nouvel État membre n'atteint la moyenne européenne (tableau 2).

Quels objectifs réalistes peut donc se donner l'Union européenne à vingt-cinq États membres ? Hisser la performance des pays les plus avancés à un niveau comparable à celui des États-Unis d'Amérique et du Japon ou porter les efforts sur les pays qui sont loin derrière la moyenne européenne ?

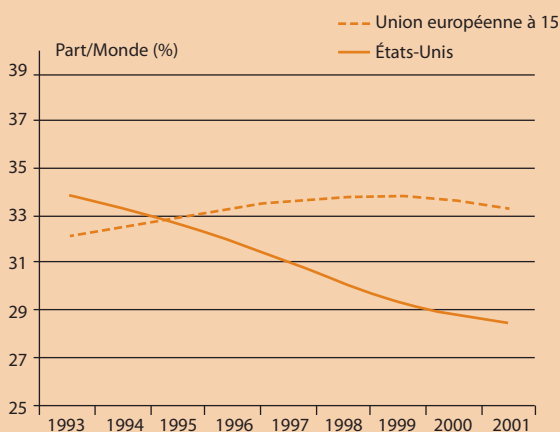
Dans ce chapitre consacré à l'Union européenne, les indicateurs de S & T permettront de pointer les forces et faiblesses de cette grande région qui s'impose sur l'échiquier mondial de la R & D. Les atouts et les obstacles de l'Union européenne, maintenant élargie, seront également présentés.

UNE GRANDE PUISSANCE SCIENTIFIQUE

En 1993, la production scientifique de l'Union européenne à quinze membres (UE 15), mesurée par la part mondiale de publications scientifiques recensées dans la base SCI, était inférieure à celle des États-Unis d'Amérique (figure 1). L'Union européenne a dépassé les États-Unis d'Amérique en 1995 et sa production était, en 2001, supérieure de cinq points à celle des États-Unis d'Amérique. Autrement dit, l'Union européenne (UE 15) – qui représente maintenant le tiers de la production scientifique mondiale – s'est affirmée au cours de la dernière décennie du xx^e siècle comme la première puissance scientifique du monde. L'élargissement augmente la part de publications scientifiques de l'Union européenne : à vingt-cinq membres, celle-ci représentait, en 2001, près de 36 % des publications mondiales (figure 2).

Figure 1
PUBLICATIONS SCIENTIFIQUES DE L'UE ET DES
ÉTATS-UNIS, 1993-2001

En parts mondiales



Sources : données ISI, traitements OST.

Cette performance s'analyse selon une double dynamique : la diminution de la part mondiale des États-Unis d'Amérique dans les années 90 et l'augmentation de la part mondiale de l'Union européenne, notamment au début des années 90.

Si l'on compare la production scientifique aux dépenses totales de R & D, la performance européenne est remarquable. Les dépenses intérieures de R & D des États-Unis d'Amérique sont bien supérieures à celles de l'Union européenne, il en est de même pour celles qui sont exécutées par le secteur public (universités, organismes de recherche...), qui est le principal producteur de connaissances fondamentales (tableau 3). On peut donc affirmer que la recherche académique se porte bien dans l'Union européenne, même si, de fait, on le verra plus loin, elle reste largement inégale entre les pays.

La production scientifique de l'Union européenne dépasse celle des États-Unis d'Amérique dans toutes les disciplines. Ainsi, l'Union européenne (UE 15) a une part mondiale proche de 38 % en recherche médicale, où elle apparaît comme très spécialisée (tableau 7). Inversement, avec une part mondiale inférieure à 30 %, elle est peu spécialisée en sciences pour l'ingénieur, mais elle y devance cependant les États-Unis d'Amérique. L'entrée des dix nouveaux membres augmente significativement la production scientifique de l'Union en physique, en mathématiques et en chimie, disciplines de prédilection des pays de l'Europe orientale.

Des nuances doivent cependant être apportées par rapport à ce bilan plutôt positif. Si l'Union européenne a en effet gagné en production scientifique, c'est-à-dire en nombre et part de publications scientifiques, elle a beaucoup moins progressé en termes de visibilité mesurée par le nombre de citations reçues par les publications. En 2001, les publications de l'Union européenne (UE 15) recevaient le tiers des citations faites au niveau mondial (figure 2). La part de citations de l'Union européenne demeure bien inférieure à celle des États-Unis d'Amérique, qui représente 42 % du total. Même si la part de ces derniers s'érode depuis 1993 alors que celle de l'Union européenne se maintient, l'écart qui persiste entre l'Union européenne et les États-Unis d'Amérique traduit les différences d'impact de la science réalisée dans les deux grandes puissances mondiales. Cet écart s'explique aussi par

les différences disciplinaires entre les deux régions. En effet, l'indice d'impact de l'Union européenne, calculé par le ratio du nombre de citations sur celui des publications, est supérieur à la valeur moyenne mondiale de 1 dans toutes les disciplines sauf deux : la recherche médicale et la biologie fondamentale, qui, inversement, sont des disciplines à indice d'impact élevé aux États-Unis d'Amérique. Faut-il y voir les différences de

l'investissement dans le domaine des sciences du vivant et de la recherche médicale entre l'Europe et les États-Unis d'Amérique ? L'Europe devra veiller à rester très compétitive dans ces domaines jugés essentiels pour l'innovation.

L'UNION EUROPÉENNE EN PERTE DE TERRAIN SUR LE PLAN TECHNOLOGIQUE

Si la recherche scientifique européenne concurrence celle des États-Unis d'Amérique, la situation est bien différente en ce qui concerne la recherche technologique.

Deux indicateurs pointent les faiblesses relatives de l'Union européenne : d'une part, le volume de dépenses de R & D exécutées par les entreprises, d'autre part, le pourcentage de brevets déposés.

Les dépenses de R & D exécutées par les entreprises aux États-Unis d'Amérique (DIRDE) sont supérieures de 70 % à celles qui sont exécutées par les entreprises européennes (UE 15). La différence était de 80 milliards de dollars (G\$) en 2001. Les dépenses exécutées par les entreprises représentaient 2 % du PIB des États-Unis d'Amérique et 1,24 % du PIB de l'Union européenne en 2001. Si l'on regarde l'origine des financements de la R & D dans les entreprises (tableau 4), cet écart s'explique doublement. D'une part, il faut prendre en compte le niveau de l'aide publique apportée directement aux entreprises. En 2001, les contrats publics destinés aux entreprises représentaient environ 20 milliards de dollars aux États-Unis d'Amérique et deux fois moins dans l'Union européenne (UE 15). D'autre part, l'écart est considérable en ce qui concerne l'investissement propre des entreprises pour la R & D aux États-Unis d'Amérique et en Europe. Il était de 70 milliards de dollars en 2001 et s'accroissait, puisque l'effort des entreprises augmente significativement aux États-Unis d'Amérique alors qu'il ne progresse que très faiblement dans l'Union européenne.

Tous les secteurs industriels ne connaissent pas de telles différences. Ainsi, les dépenses de R & D des entreprises européennes (UE 15) sont d'un ordre de grandeur comparable à celles de leurs homologues américaines dans certains secteurs tels que les transports terrestres, qui représentaient environ 19 G\$ en 2000, et la pharmacie, qui en représentait

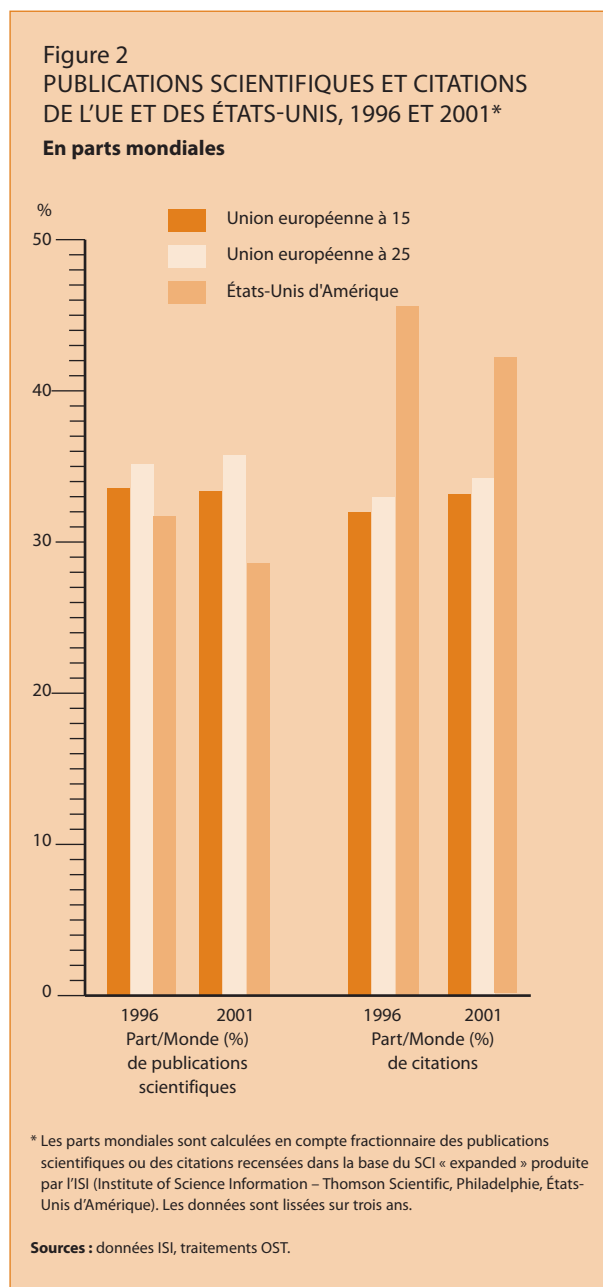


Tableau 3
DIRD DE L'UE ET DES ÉTATS-UNIS D'AMÉRIQUE, 1996 ET 2001*

Par secteur

Zones	DIRD (en G\$)		DIRD exécutée par le secteur public (G\$)**		DIRD exécutée par le secteur privé (G\$)	
	1996	2001	1996	2001	1996	2001
Union européenne à 15	134	185	50	65	84	120
Union européenne à 25	136	189	–	–	–	–
États-Unis d'Amérique	198	275	53	74	145	201

* L'unité de compte est le milliard de dollars (G\$) en « parité de pouvoir d'achat » (PPA). Les données sont présentées en monnaie courante.

** Les secteurs de l'État, de l'enseignement supérieur et des institutions sans but lucratif, distingués selon la nomenclature de l'OCDE, ont été ici regroupés dans la catégorie « secteur public ».

Sources : données OCDE (*Principaux Indicateurs S & T*) et EUROSTAT, traitements et estimations OST.

13 G\$ (tableau 5). À l'inverse, le secteur électronique, qui arrive en tête dans l'Union européenne avec 20 % des dépenses de R & D du secteur privé (soit 21 G\$), compte pour un tiers des dépenses de R & D des entreprises aux États-Unis d'Amérique (soit 55 G\$). Dans le secteur très porteur des services d'ingénierie et informatique, ces derniers dépensent 80 % de plus que l'Union européenne.

Ces différences d'investissement vont trouver leur traduction dans la capacité à innover des deux régions, telle qu'on peut la mesurer par la part de brevets déposés. Ainsi, en 2001, l'Union européenne à quinze membres (UE 15) a déposé 42 % de demandes de brevets européens (figure 3) ; elle en déposait près de la moitié en 1986. Cette baisse de la production européenne a été forte à la fin des années 80 et au début des années 90 (figure 4). Elle semble stabilisée depuis 1998.

Elle s'est accompagnée d'une progression importante des États-Unis d'Amérique : alors que la part mondiale de brevets européens déposés par les États-Unis d'Amérique était de 28 % en 1986, elle a atteint 33 % en 1996. Cette progression traduit aussi l'intérêt croissant des entreprises américaines pour le marché européen.

Inversement, la part mondiale de brevets américains accordés aux inventeurs européens est en recul : de 24 % en 1986, elle est descendue à 17,5 % en 1998, valeur où elle semble maintenant stabilisée.

Là encore, ce diagnostic global masque des différences sectorielles. Dans le système de brevets européens, l'Union européenne a une position dominante dans le domaine des machines-transport (part mondiale de 57 % en 2001) et de la consommation des ménages-BTP (part mondiale de 55 %). L'Union européenne a un profil de spécialisation différent dans le système de brevets américains, ce qui traduit l'intérêt de certains secteurs industriels pour le marché américain. L'Europe apparaît ainsi spécialisée en chimie-matériaux, procédés industriels, machines-transport et pharmacie-biotechnologies. En 2001, dans chacun de ces quatre domaines technologiques, elle a déposé plus de 20 % des brevets accordés par l'Office américain des brevets.

Au terme de cette analyse, réalisée en s'appuyant sur trois grands indicateurs, dépenses de R & D, production scientifique, production technologique, l'Union européenne se caractérise donc par sa performance scientifique qui s'oppose à sa baisse technologique dans un contexte de dépenses

Tableau 4
DIRDE DE L'UNION EUROPÉENNE (UE 15)
ET DES ÉTATS-UNIS D'AMÉRIQUE, 2001*

En volume et par source de financement

Pays	DIRD (G\$)		
	Financement par les entreprises	Contrats publics nationaux	Total exécution
Union européenne à 15	110,6	9,8	120,3
États-Unis d'Amérique	181,3	19,2	200,5

* Les données présentées agrègent les financements de l'étranger aux financements des entreprises.

Sources : Données OCDE (*Principaux Indicateurs S & T*), traitements et estimations OST.

surtout défavorables à la recherche en entreprises. C'est ce diagnostic qui a conduit le Conseil européen de Barcelone à mettre l'accent sur la nécessité d'accroître l'investissement industriel en R & D.

DES DISPARITÉS ENTRE PAYS EUROPÉENS RENFORCÉES PAR L'ÉLARGISSEMENT

Bien que l'Union européenne puisse être analysée comme une région unique comparable aux États-Unis d'Amérique, les différences sont grandes en son sein en ce qui concerne la R & D. Celles-ci vont être accentuées par l'élargissement aux dix nouveaux membres. Ces disparités se voient tout d'abord au niveau des ressources et de l'intensité de la R & D mesurée par le ratio des dépenses intérieures sur le PIB, qui varie du simple au triple entre les pays. Déjà, dans son périmètre à quinze membres, les dépenses de R & D dépassent les 4 % du PIB en Suède et sont inférieures à 0,7 % en Grèce. Autrement

dit, le ratio des dépenses sur le PIB peut, selon les pays, représenter plus du double de la moyenne européenne (1,91 % pour l'UE 15 en 2001) ou moins de sa moitié.

La Slovaquie et la République tchèque, qui sont les nouveaux États membres à plus forte intensité de R & D, ont un ratio inférieur à cette moyenne. Le plus grand des nouveaux États membres, la Pologne, dépense moins de 0,7 % de son PIB pour la R & D. Les dépenses intérieures de la Pologne, de la République tchèque et de la Hongrie réunies représentaient, en 2001, l'équivalent des dépenses de R & D de la Belgique.

En caractérisant les pays de l'Union européenne par le ratio des dépenses de R & D sur le PIB et par l'évolution de ce ratio entre 1996 et 2001, on peut distinguer 5 groupes de pays (hors Chypre, Luxembourg et Malte) (tableau 2 et figure 3).

Le premier groupe est représenté par seulement 2 pays, la Suède et la Finlande. Le ratio de la DIRD sur le PIB y est supérieur à celui des États-Unis d'Amérique et du Japon, et toujours en croissance. Ces pays ont une intensité soutenue en R & D.

Le deuxième groupe est constitué de 7 pays de l'Union européenne dans son périmètre à quinze membres. Le ratio de la DIRD sur le PIB y est supérieur à la moyenne européenne (1,81 % pour UE 25), mais inférieur à celui des États-Unis d'Amérique. Deux sous-groupes peuvent être identifiés quant à l'évolution de ce ratio :

- celui des pays en croissance, représentés par le Danemark, la Belgique, l'Autriche et, à un moindre degré, l'Allemagne ;
- celui des pays où la croissance ne s'est pas faite entre 1996 et 2001 : il s'agit de la France, du Royaume-Uni et des Pays-Bas.

Le troisième groupe est composé de 7 pays qui se situent sous la moyenne européenne mais avec un ratio supérieur à 0,9 %. Parmi ces pays, on trouve 3 nouveaux États membres. Là encore, 2 sous-groupes se distinguent :

- 4 pays sont en croissance quant aux dépenses de R & D par rapport à leur PIB : la République tchèque, la Hongrie, le Portugal et, à un moindre degré, l'Espagne ;
- 3 sont stables ou en décroissance : la Slovaquie, qui a le ratio DIRD sur PIB le plus élevé des nouveaux États membres, l'Italie et l'Irlande.

Tableau 5
DIRDE DE L'UE ET DES ÉTATS-UNIS D'AMÉRIQUE, 2001

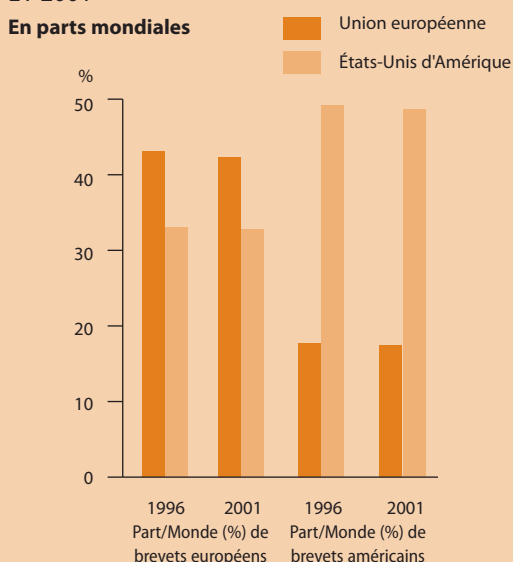
Par secteur économique

Secteur économique	DIRDE (2000) (G\$)	
	Union européenne à 15	États-Unis d'Amérique
Total industrie	89,6	129,6
Aérospatiale	7,6	10,3
Électronique	21,3	55,3
Pharmacie	13	12,9
Biens d'équipement	11,2	10,6
Transports terrestres	18,5	19,9
Chimie	10,9	11,2
Intensif en ressources naturelles	4,5	6,4
Intensif en main-d'œuvre	2,6	3
Total hors industrie	14,3	17,6
Secteurs primaires et énergie	1	0,2
BTP	0,6	0,2
Services transport-télécommunications	3	2,4
Services d'ingénierie et informatique	9,7	14,8
Total	103,8	147,2

Les différences observées entre ce tableau et les précédents sont liées à l'utilisation de deux bases différentes de l'OCDE (ANBERD et PIST) qui, de plus, ne sont pas actualisées en même temps. Les dernières données ANBERD datent de 2000. Les données ne sont pas disponibles pour l'Autriche, le Luxembourg, le Portugal et la Grèce et ne sont donc pas comptabilisées dans celles de l'Union européenne.

Sources : données OCDE (ANBERD), traitements et estimations OST.

Figure 3
BREVETS EUROPÉENS ET AMÉRICAINS DÉPOSÉS
PAR L'UE¹ ET LES ÉTATS-UNIS D'AMÉRIQUE, 1996
ET 2001²



1. Parmi les brevets européens sont comptées les demandes déposées à l'OEB et celles qui sont déposées par la voie PCT qui désigne les pays européens.
2. Les parts mondiales sont calculées en compte fractionnaire et les données sont lissées sur trois ans.

Sources : données INPI, OEB et USPTO, traitements OST et CHI-Research.

Enfin, le dernier groupe rassemble 6 pays, dont un seul de l'Union européenne des quinze. Dans deux de ces pays – la Grèce et la Lituanie –, le ratio de la DIRD sur le PIB est en augmentation importante. Pour les autres, la Pologne, la Lettonie et surtout la Slovaquie, il est en décroissance.

C'est dire que le paysage est complexe ! L'attention devra sûrement porter, d'une part, sur le dernier groupe qui est très loin de l'horizon de l'objectif « 3 % du PIB » et, d'autre part, sur les pays du groupe au ratio inférieur à 1,8 % et dont l'évolution n'est pas favorable. Au total, 7 des 23 États membres (non compris Malte et Chypre dont le ratio sur le PIB est très faible) devront fournir un important effort de rattrapage. Parmi eux, 6 sont de nouveaux États membres.

La situation des nouveaux États membres est souvent comparée à celle des pays entrés dans l'Union européenne

lors des vagues précédentes d'élargissement. La situation de ces derniers est cependant contrastée. Le ratio de la DIRD sur le PIB de l'Irlande, entrée en 1973, a dépassé celui de l'Italie ; ceux de l'Espagne et du Portugal ont augmenté et continuent leur progression. En revanche, celui de la Grèce, entrée dans l'Union européenne depuis vingt ans, reste faible en dépit de sa croissance importante.

Les disparités rencontrées au niveau des ressources financières vont se retrouver en termes de production scientifique, mesurée par la part mondiale de publications scientifiques.

Trois pays de l'Union européenne, le Royaume-Uni, l'Allemagne et la France, ont une part mondiale de publications scientifiques qui était supérieure à 5 % en 2001 (tableau 6). Ces 3 pays représentent 55 % des publications de l'Union européenne (UE 25). Ce total dépasse 75 % si l'on y ajoute l'Italie, l'Espagne et les Pays-Bas. Autrement dit, les 19 pays restants se partagent le quart de la production scientifique européenne.

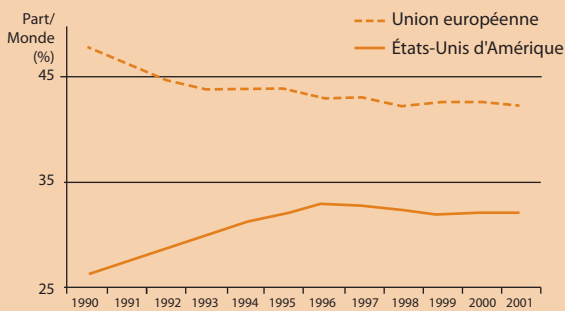
En termes d'évolution, il faut souligner l'augmentation de la production scientifique des pays entrés en 1986 dans l'Union européenne. Ainsi, même si elle demeure faible (0,3 % en 2001), la part mondiale du Portugal a augmenté de presque 70 % entre 1996 et 2001. La part mondiale de l'Espagne est passée de 2,1 % en 1996 à 2,5 % en 2001, augmentant l'écart avec les Pays-Bas, qui suivent dans le classement.

Cependant, la production scientifique est restée stable, voire a diminué légèrement, pour les trois poids lourds de la recherche européenne, le Royaume-Uni, l'Allemagne et la France.

Les dix nouveaux États membres ont un faible poids en termes de production scientifique. Ensemble, ils représentent moins de 3 % des publications scientifiques, la Pologne, la République tchèque et la Hongrie y contribuant pour l'essentiel. Cependant, les évolutions sont généralement positives entre 1996 et 2001. Il en est ainsi pour les trois pays précédemment cités dont la part mondiale augmente, de 4 % – pour la République tchèque – à près de 20 % – pour la Pologne. À signaler aussi le dynamisme de la Slovaquie, qui a augmenté sa production scientifique de 60 % en cinq ans.

L'analyse de la production scientifique par discipline montre de grandes différences d'un pays à l'autre en termes

Figure 4
PARTS MONDIALES DE BREVETS EUROPÉENS DE L'UE À 15 ET DES ÉTATS-UNIS D'AMÉRIQUE, 1990-2001



Sources : données INPI et OEB, traitements OST.

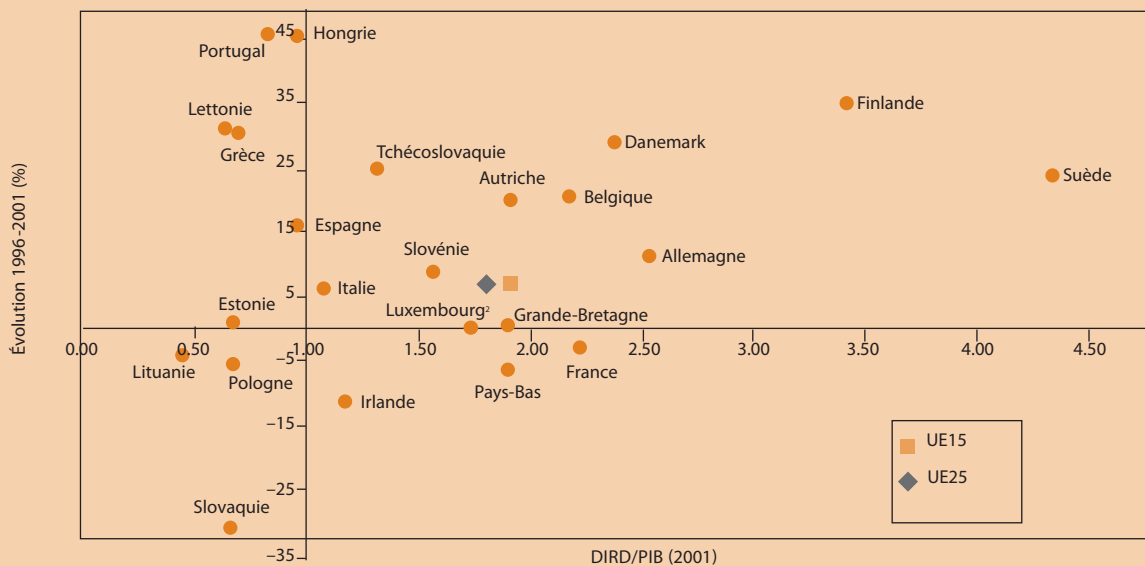
participation plus notable à la science mondiale en chimie, physique et mathématiques.

Concernant la production technologique, l'Allemagne arrive largement en tête des pays européens : sa part mondiale de brevets européens était de 18 % en 2001 (tableau 8). Seuls deux autres pays, la France et le Royaume-Uni, ont une part mondiale supérieure à 5 %. L'Allemagne, le Royaume-Uni et la France déposent ensemble plus de 70 % des demandes de l'ensemble de l'Union européenne, ce qui montre la grande concentration de la production technologique. Un seul autre pays, l'Italie, a une part mondiale supérieure à 3 %.

Parmi les 15 membres de l'Union européenne, 6 se distinguent par la croissance de leur production technologique : la Finlande, les Pays-Bas, la Grèce, le Portugal, l'Espagne et surtout l'Irlande. La part mondiale de ce dernier a plus que doublé entre 1996 et 2001. Cette croissance se voyait-elle chez les futurs États membres en 2001 ? Si leur part mondiale de brevets européens demeurait extrêmement faible en 2001, il existait pour certains d'entre eux des signes de

de positionnement et de spécialisation (tableau 7). D'une manière générale, elle montre le déficit de production scientifique des nouveaux États membres en recherche médicale et en biologie fondamentale et, inversement, leur

Figure 5
RATIO DE LA DIRD SUR LE PIB DES PAYS DE L'UE À 25¹, 2001, ET ÉVOLUTION, 1996-2001



Notes : 1. Exclut Chypre et Malte. 2. Données de l'an 2000.

Sources : données OCDE (Principaux Indicateurs S & T) et EUROSTAT, traitements OST.

Tableau 6
PARTS MONDIALES DES PUBLICATIONS
SCIENTIFIQUES DES 25 PAYS DE L'UE, 1996 ET 2001*

Zone/Pays	Part/Monde (%) de publications scientifiques		Évolution 1996/2001 (%)
	1996	2001	
Allemagne	6,8	7,0	+4
France	5,4	5,1	-5
Royaume-Uni	8,2	7,5	-8
Italie	3,3	3,5	+5
Espagne	2,1	2,5	+19
Pays-Bas	2,0	1,9	-8
Grèce	0,4	0,5	+28
Belgique	1,0	0,9	-1
Portugal	0,2	0,3	+68
Suède	1,5	1,5	-2
Autriche	0,6	0,7	+13
Danemark	0,7	0,7	0
Finlande	0,7	0,7	+5
Irlande	0,2	0,3	+12
UE15	33,3	33,4	0
Pologne	0,9	1,0	+19
République tchèque	0,4	0,4	+4
Hongrie	0,3	0,4	+11
Slovaquie	0,2	0,2	-20
Slovénie	0,1	0,2	+60
UE25	35,3	35,7	+1
Total Monde	100,0	100,0	0

* Les parts mondiales sont calculées en compte fractionnaire des publications scientifiques ou des citations recensées dans la base du SCI « expanded » produite par l'ISI (Institute of Science Information – Thomson Scientific, Philadelphie, États-Unis d'Amérique). Les données sont lissées sur trois ans. Les pays qui ont publié moins de 400 publications en 2001 ne sont pas représentés dans le tableau, les résultats étant peu significatifs.

Source : données ISI, traitements OST.

croissance : c'était le cas notamment de la Pologne et de la République tchèque. Dans les pays de l'Europe orientale, si le fonctionnement des systèmes de propriété intellectuelle a déjà été aligné en grande partie sur le régime de l'Office européen des brevets, un grand effort reste à faire pour développer la sensibilité des acteurs locaux à la dimension stratégique de la propriété industrielle. L'indicateur sur les brevets sera intéressant à suivre, afin de mesurer l'effort et l'éventuel succès des nouveaux États membres pour développer et implanter leurs technologies sur le territoire européen.

Ainsi, au terme de ces comparaisons, l'Union européenne apparaît comme une mosaïque de pays de forces diverses en termes de R & D.

UN POTENTIEL HUMAIN CONSIDÉRABLE

L'espace européen de la recherche est riche de près de 15 millions d'étudiants qui, en 2001, suivaient des études supérieures de niveau master ou doctorat (tableau 9). Près de 3 millions d'entre eux sont formés dans les nouveaux États membres. Entre 1998 et 2001, le nombre total d'étudiants des niveaux master et doctorat a augmenté de 4 % dans l'Union européenne des quinze et de 10 % dans l'Union européenne des vingt-cinq. Ainsi, la croissance est forte dans les nouveaux États membres. Alors que le nombre d'étudiants est stable dans des pays comme la France ou l'Allemagne, il a augmenté de 30 % à 50 % chez les nouveaux États membres.

L'Union européenne à vingt-cinq membres a produit plus de 80 000 doctorats en 2001, dont environ 6 000 dans les nouveaux États membres. Ce nombre a augmenté de 20 % pour l'ensemble de l'Union européenne des vingt-cinq entre 1998 et 2001. Dans l'Union européenne à quinze membres (UE 15), près de 40 % des docteurs sont des femmes. Ce pourcentage varie selon les pays : il est de 51 % en Italie et de 31 % aux Pays-Bas. D'une manière générale, les nouveaux membres ont tendance à avoir des proportions plus élevées de femmes parmi les docteurs que les quinze précédents États membres de l'Union européenne.

Dans l'Union européenne (UE 25), près de 2 millions de personnes (calcul en équivalent temps plein de recherche) travaillaient dans le secteur de la R & D en 2001. Ce nombre a augmenté de 15 % entre 1996 et 2001. Le nombre de chercheurs (en équivalent temps plein), qui était de 1 million en 2001, a augmenté de 20 % entre 1996 et 2001 (tableau 9). Les augmentations peuvent être constatées surtout dans les quinze États membres de l'époque, et notamment en Espagne et au Royaume-Uni. Elles ont porté essentiellement sur le secteur privé. Elles sont encore faibles dans les nouveaux États membres, où le ratio de personnel chercheur sur la population active est inférieur à la moyenne européenne (5,2 pour mille).

La marge d'augmentation est donc importante pour les nouveaux États membres.

Autrement dit, la population de futurs jeunes chercheurs et de chercheurs est en croissance dans l'Union européenne. Mais cette augmentation ne doit pas masquer deux phénomènes inquiétants : la désaffection des jeunes pour la science et le risque de fuite des cerveaux qui s'exerce aussi à l'échelle intrarégionale et que peuvent craindre les nouveaux États membres. Ceux-ci doivent en effet constituer leurs propres ressources.

D'ailleurs, les femmes ne représentant qu'un tiers des chercheurs européens dans le secteur public et un sixième dans le secteur privé, leur accès aux métiers scientifiques sera un enjeu majeur pour les années à venir.

Le renforcement du potentiel de R & D appelle des réponses politiques dont la gestion devra être faite simultanément au niveau des États eux-mêmes et au niveau de l'Union européenne. L'espace européen de la recherche doit trouver les conditions qui le gardent attractif face à la concurrence internationale.

Tableau 7
PARTS MONDIALES DES PUBLICATIONS SCIENTIFIQUES DES 25 PAYS DE L'UE, 2001*
Par discipline

Pays/Zones	Part/Monde (%) de publications scientifiques (2001)								Total
	Biologie fondamentale	Recherche médicale	Biologie appliquée-écologie	Chimie	Physique	Sciences de l'univers	Sciences de l'ingénieur	Mathématiques	
Allemagne	6,8	7,4	5,4	7,6	8,4	6,2	5,9	7,1	7,0
France	5,3	5,1	4,4	5,2	5,7	5,5	4,2	7,8	5,1
Royaume-Uni	7,8	9,7	6,8	5,4	5,1	8,2	7,2	5,1	7,5
Italie	3,5	4,0	2,3	2,9	4,0	3,8	3,2	4,1	3,5
Espagne	2,5	2,4	3,3	3,1	2,1	2,5	1,9	3,6	2,5
Pays-Bas	2,0	2,4	1,8	1,3	1,3	2,0	1,6	1,3	1,9
Grèce	0,3	0,6	0,5	0,5	0,5	0,7	0,8	0,7	0,5
Belgique	1,0	1,1	1,0	0,8	0,9	0,8	0,8	1,0	0,9
Portugal	0,3	0,2	0,4	0,5	0,4	0,4	0,5	0,5	0,3
Suède	1,7	1,9	1,6	1,1	1,2	1,4	1,2	0,9	1,5
Autriche	0,7	1,0	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5	0,7	0,7
Danemark	0,9	0,9	1,1	0,4	0,6	1,0	0,5	0,5	0,7
Finlande	0,8	1,0	1,0	0,5	0,5	0,8	0,6	0,5	0,7
Irlande	0,3	0,3	0,4	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3
UE15	33,7	37,9	30,5	30,0	31,4	34,0	29,2	33,9	33,4
Pologne	0,7	0,5	1,1	1,9	1,7	0,8	1,1	1,5	1,0
République tchèque	0,4	0,2	0,9	0,7	0,5	0,4	0,3	0,7	0,4
Hongrie	0,4	0,3	0,5	0,6	0,4	0,2	0,3	0,9	0,4
Slovaquie	0,2	0,1	0,4	0,3	0,2	0,1	0,1	0,3	0,2
Slovénie	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,1	0,3	0,3	0,2
Nouveaux États membres	1,9	1,2	3,1	4,0	3,2	1,8	2,2	3,9	2,3
UE25	35,6	39,1	33,6	34,0	34,5	35,8	31,4	37,9	35,7
Total Monde	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

* Les parts mondiales sont calculées en compte fractionnaire des publications scientifiques ou des citations recensées dans la base du SCI « expanded » produite par l'ISI (Institute of Science Information – Thomson Scientific, Philadelphie, USA). Les données sont lissées sur trois ans. La classification par discipline est celle de l'OST. Les pays qui ont publié moins de 400 publications en 2001 ne sont pas représentés dans le tableau, les résultats étant peu significatifs.

Source : données ISI, traitements OST.

Tableau 8
PARTS MONDIALES DE BREVETS EUROPÉENS
DES 25 PAYS DE L'UE, 1996 ET 2001*

Zone/Pays	Part/Monde (%) de brevets européens		
	1996	2001	Évolution 1996/2001 (%)
Allemagne	17,7	17,9	+ 1
France	7,1	6,1	- 14
Royaume-Uni	5,8	5,3	- 8
Italie	3,3	3,1	- 4
Espagne	0,6	0,7	+ 16
Pays-Bas	2,2	2,5	+ 11
Grèce	0,0	0,1	+ 17
Belgique	1,1	1,1	- 3
Portugal	0,0	0,0	+ 25
Suède	2,1	2,2	+ 5
Autriche	1,0	0,9	- 6
Danemark	0,8	0,8	- 1
Finlande	1,1	1,2	+ 11
Irlande	0,1	0,2	+ 137
UE15	43,0	42,2	- 2
Pologne	0,0	0,1	+ 54
République tchèque/Slovaquie	0,1	0,1	0
Hongrie	0,1	0,1	+ 57
UE25	43,3	42,5	- 2
Total Monde	100,0	100,0	0

* Les pays qui ont déposé moins de 50 brevets européens en 2001 ne sont pas représentés dans le tableau, les résultats étant peu significatifs. La difficulté de repérage pour la République tchèque et la Slovaquie n'a pas permis de différencier avec certitude ces deux pays, qui sont présentés ensemble dans ce tableau. Parmi les brevets européens sont comptées les demandes déposées à l'OEB et celles qui sont déposées par la voie PCT qui désignent les pays européens. Les parts mondiales sont calculées en compte fractionnaire et les données sont lissées sur trois ans.

Sources : données NPI et OEB, traitements OST.

LA CAPACITÉ DE COOPÉRATION INTRA-EUROPEENNE RENFORCÉE

L'hétérogénéité de l'espace européen de la recherche rend indispensable de disposer d'instruments puissants qui contribuent à sa cohésion. De tels instruments existent depuis longtemps. Ils ont été développés dans le cadre de l'Union européenne ou dans le cadre de la coopération intra-européenne entre États : programmes-cadres de R & D (PCRD), initiative Eurêka, Agence spatiale européenne (ESA), grands instruments européens comme l'Organisation européenne

pour la recherche nucléaire (CERN)... Tous les niveaux d'actions sont concernés : la formation, la mobilité des chercheurs, la réalisation de projets scientifiques et technologiques, l'accès aux grands équipements, la coopération entre industriels. Pour la plupart, ces instruments de coopération européenne ont démontré leur efficacité.

Ainsi, dans le domaine de la formation, ce sont plus de 110 000 étudiants qui ont bénéficié, en 2000, du programme Erasmus afin de poursuivre leurs études supérieures dans un autre pays européen. Le nombre de bourses Erasmus a augmenté de 70 % entre 1995 et 2000. Évidemment, les flux d'étudiants ne sont pas équilibrés selon les pays. Le Royaume-Uni demeure toujours le premier pays d'accueil, puisque 20 % des étudiants s'y sont rendus en 2000. Mais l'Espagne se positionne maintenant en concurrent de pays comme la France ou l'Allemagne. Les nouveaux États membres font davantage partir leurs étudiants qu'ils n'en accueillent. Un des risques est d'ailleurs que la mobilité des étudiants soit un facteur majorant la fuite des cerveaux des nouveaux États membres, qui souffrent déjà d'une grande pénurie de main-d'œuvre scientifique. Le maintien des jeunes chercheurs ou leur retour dans leur pays d'origine est un enjeu considérable pour ces pays, mais il ne pourra être tenu que si les conditions de travail y sont excellentes et compétitives.

Au début de la carrière scientifique, les bourses dites Marie-Curie du PCRD sont destinées à faciliter la mobilité des jeunes chercheurs au sein de l'Union européenne. Cependant, les effectifs concernés sont encore faibles : moins de 3 000 bénéficiaires dans le cadre du cinquième PCRD (de 1998 à 2002), avec de grandes différences entre pays. Ces efforts sont manifestement insuffisants et, même si des données précises manquent, les exemples montrent que bien souvent les jeunes chercheurs préfèrent l'Amérique du Nord à l'Europe pour faire leur postdoctorat. Enfin, la question d'un statut commun des chercheurs européens est sur l'agenda politique pour favoriser la mobilité intra-européenne. Il reste cependant à savoir si les États le souhaitent réellement ou s'ils préféreront jouer leur carte individuelle dans le contexte actuel de forte concurrence internationale.

Le PCRD reste l'instrument majeur de la coopération entre les laboratoires européens. Entre 1998 et 2002, le cinquième PCRD – auquel les pays alors candidats ont été associés – a généré plus de 11 000 projets qui ont réuni plus de 70 000 participations de laboratoires publics et privés. Environ 6 équipes participent en moyenne à un projet. De tels instruments facilitent à coup sûr la coopération européenne. Mais cette vision doit être tempérée par deux observations : tout d'abord, les industriels ont tendance à se désengager de ces projets, trop lourds par rapport au retour qu'ils en ont et parfois inutiles par rapport à leur propre stratégie internationale, ensuite, le financement de la recherche par ces projets ne constitue qu'une faible part des dépenses des laboratoires. Au total, le financement du PCRD représente seulement 3,5 % des financements publics européens. Cette proportion atteint cependant 26 % pour la Grèce et 11 % pour l'Irlande. Dans ces pays, le PCRD est une source de financement indispensable pour la R & D, ce qui constitue aussi un point faible.

Enfin, la concentration s'observe là encore – 40 % des participations sont le fait des équipes allemandes, britanniques et françaises –, renforçant les collaborations entre les laboratoires des grands pays. La coopération avec les pays alors candidats est très faible dans le cinquième programme-cadre de R & D de l'Union européenne : les dix nouveaux États membres représentent seulement 5 % des participations. La coopération avec les nouveaux États membres a pourtant commencé dès 1992 dans le cadre du troisième programme-cadre via un programme spécifique. Le quatrième PCRD a aussi permis le financement d'une trentaine de « centres d'excellence » dans ces pays.

Finalement, le PCRD s'inscrit comme un des multiples guichets de financement de la recherche en Europe. Ceux-ci sont plus ou moins nombreux et abondants selon les pays. Mais le PCRD peut-il rester l'unique mode de financement de la recherche à l'échelle européenne ? La question est ouverte et des grands projets comme celui d'une agence européenne de la recherche (*European Research Council*) sont actuellement en discussion. Mais le PCRD, tel qu'il est actuellement structuré, ou tout autre dispositif, parviendra-t-il à renforcer la recherche

Tableau 9
ÉTUDIANTS ET CHERCHEURS DANS LES 25 PAYS DE L'UE, 2001

Pays/Zones	Étudiants inscrits aux niveaux master et doctorat (milliers)	Nombre de doctorats délivrés	Nombre de chercheurs (milliers etp)
Allemagne	2 084	24 796	264
France	2 032	10 404	177
Royaume-Uni	2 067	14 147	158
Italie	1 812	4 044	66
Espagne	1 834	6 453	80
Pays-Bas	504	2 533	45
Grèce	–	–	15
Belgique	359	1 317	32
Portugal	388	2 791	18
Suède	358	3 388	46
Autriche	290	1 871	–
Danemark	191	795	19
Finlande	280	1 797	37
Irlande	167	572	8
Luxembourg ¹	–	–	2
UE15²	12 075	74 908	987
Pologne	1 775	4 400	57
République tchèque	260	1 066	15
Hongrie	331	793	15
Slovaquie	144	532	10
Lituanie	103	37	8
Lettonie	136	261	3
Slovénie	91	298	4
Estonie	58	149	3
EU25	14 992	81 657	1 102

Notes

1. Données de l'an 2000.
2. Le total ne tient pas compte des pays de l'UE dont les données ne sont pas disponibles ou insignifiantes.

Sources : OCDE (*Principaux Indicateurs S & T*), OCDE *Regards sur l'éducation* et données EUROSTAT, traitements et estimations OST.

dans les pays où elle est peu développée ? La concurrence, qui est vive pour un nombre limité de projets financés, risque fort de voir rejeter les propositions des équipes de ces pays, trop nombreuses pour être intégrées.

À côté du PCRD existent d'autres grandes organisations européennes mais non communautaires, comme le CERN et l'ESA, cités plus haut, et l'Installation européenne de

Une nécessaire évolution de la situation dans les pays de l'Europe centrale et de l'Est

Dans les années 90, les pays de l'Europe centrale et de l'Est ont dû faire face à de grandes difficultés budgétaires pour financer la R & D. La restructuration des systèmes hérités de l'époque soviétique s'est systématiquement accompagnée d'une diminution de l'effort financier mesuré par le rapport de la DIRD sur le PIB, au moins pendant la première moitié de la décennie.

Si la décroissance semble désormais définitivement endiguée, le ratio DIRD/PIB demeure faible dans la plupart de ces pays, compris entre 0,4 % et 0,8 % du PIB et bien inférieur à la moyenne de l'UE des quinze (1,91 % en 2001), déjà jugée insuffisante. Quant à la part du secteur privé dans le financement de la R & D, elle reste particulièrement faible.

Ces pays étaient dotés à l'origine d'une structure nationale de R & D monolithique et hiérarchique, caractérisée par la prépondérance d'une académie des sciences. L'appareil de recherche y était conforme au modèle soviétique, avec, d'un côté, un secteur de développement technologique dans les instituts industriels d'État et, de l'autre, une académie des sciences à la fois responsable de la recherche fondamentale et de la mise en œuvre de la politique scientifique nationale. Ces structures se sont transformées au cours de la période de transition, plus ou moins brutalement selon les pays, pour tendre vers un modèle anglo-saxon d'organisation de la recherche, suivant d'une certaine manière les recommandations de l'UE et de l'OCDE. La recherche s'est alors progressivement déplacée vers les universités, les outils de financement se sont diversifiés avec des agences d'objectifs plus ou moins spécialisées, et les gouvernements ont repris aux académies la maîtrise du dispositif tout en

échafaudant des politiques scientifiques à l'échelle nationale, d'autant mieux insérées dans le contexte international que la perspective d'adhésion à l'UE devenait plus prégnante.

Le facteur des ressources humaines de R & D demeure déterminant pour l'avenir du système national de recherche et d'innovation. Globalement, dans les pays de l'Europe centrale et de l'Est, le nombre de chercheurs par millier d'actifs est nettement en deçà de la moyenne de l'UE (5,2 pour mille). Ces chercheurs sont généralement bien formés, ce qui leur a permis de maintenir un haut niveau de qualité scientifique et ce qui constitue un atout majeur pour les pays de la région. Malheureusement, en raison des difficultés économiques rencontrées durant la période de transition, les infrastructures sont obsolètes, et les salaires très bas. D'où un manque d'attractivité locale de la recherche publique, qui provoque un exode important des chercheurs, exode à la fois géographique et sectoriel.

L'effet démotivant des trop faibles rémunérations, alliées aux équipements surannés dans les laboratoires et à l'isolement des chercheurs provoqué par la déstructuration des équipes, est encore plus désastreux sur les nouvelles générations. Là plus qu'ailleurs, les jeunes étudiants éprouvent de moins en moins d'intérêt pour une activité qui ne leur permettrait pas d'accéder à la qualité de vie à laquelle ils aspirent légitimement. Il en résulte un vieillissement parfois considérable et très dommageable de la population de chercheurs, particulièrement marqué dans certains pays. Conscients du problème, certains pays (les pays Baltes notamment) commencent à mettre en place des stratégies pour faire rentrer leurs chercheurs en leur offrant, par

exemple, un niveau de responsabilité qu'ils ne pourraient probablement pas acquérir dans leur pays d'accueil.

Comme on pouvait s'y attendre au regard de l'évolution de la DIRD et du nombre des chercheurs, la production scientifique dans les pays de l'Europe centrale et de l'Est est modeste et elle a connu une diminution plus ou moins lente durant les premières années de transition, et même pendant toute la décennie dans le cas particulier de la Bulgarie. Elle est maintenant stabilisée, voire en augmentation dans certains cas (Slovénie notamment).

L'augmentation des copublications scientifiques montre quant à elle que les équipes de recherche de ces pays se sont rapidement ouvertes à la coopération internationale. Cette ouverture internationale a certainement été grandement facilitée par la marche forcée vers l'adhésion à l'UE, comme le montre la place des grands pays européens, Allemagne en tête, dans les listes des premiers partenaires. La prévisible montée en puissance des nouveaux États membres dans les programmes-cadres de recherche communautaire devrait contribuer à accroître ce partenariat européen.

La chimie, la physique et les mathématiques constituent les domaines dans lesquels les chercheurs de ces pays publient le plus et sont aussi plus visibles. A contrario, toutes les disciplines scientifiques relevant des sciences de la vie restent très peu développées chez ces nouveaux entrants dans l'UE. L'appartenance à l'espace européen de recherche, qu'elle soit déjà effective ou envisagée à l'horizon 2007, va probablement inciter à focaliser la recherche nationale sur certaines disciplines d'excellence et à polariser le tissu des laboratoires autour de quelques centres visibles à l'échelle internationale et susceptibles d'attirer l'investissement privé et le partenariat scientifique étranger.

Sur le plan technologique, les pays de l'Europe centrale et de l'Est sont particulièrement absents au niveau des

dépôts de brevets. En effet, les structures de protection de la propriété intellectuelle n'existaient pas il y a quinze ans et l'entrée dans l'UE a contraint ces pays à adopter des réformes pour se conformer à terme aux règles internationales. En outre, la spécialisation économique en termes de R & D de ces pays ne donne généralement pas lieu à la création de technologies nouvelles, mais plutôt à leur importation, suivie de leur utilisation dans les secteurs traditionnels du système productif national.

Si les handicaps historiques du système national de recherche et d'innovation de chacun des pays de la région – pour faire face à la concurrence internationale – sont nombreux, les raisons d'espérer des jours meilleurs sont tout aussi nombreuses. Il y a tout d'abord la remarquable aptitude que ces pays ont d'ores et déjà démontrée à réformer leurs structures pour s'adapter en quelques années à l'environnement largement globalisé de la science et de la technologie. Par ailleurs, l'apparition d'investissements directs étrangers de plus en plus importants liés à la délocalisation de la production industrielle, et qui ont certainement vocation à se multiplier dans les prochaines années, pourrait constituer une vraie chance de drainer des activités de R & D dans les pays de la région. Enfin, l'intégration effective dans l'UE devrait permettre à ces pays d'accéder aux fonds structurels et d'alléger le poids financier des réformes structurelles entreprises depuis le début de la transition. Si ces fonds sont utilisés de façon pertinente, ils permettront surtout d'améliorer les infrastructures indispensables, d'effectuer des investissements porteurs, de corriger les handicaps les plus lourds.

Il est clair que les pays dans lesquels le pouvoir politique sera en mesure de définir et mettre en œuvre des priorités scientifiques et techniques – et s'y tenir – seront les mieux placés pour attirer les investissements et les partenariats étrangers.

Un objectif risqué pour l'Union européenne ?

Au Conseil européen de Lisbonne en mars 2000, les chefs d'État et de gouvernement ont assigné à l'UE l'objectif de devenir, avant 2010, « l'économie de la connaissance la plus compétitive et la plus dynamique du monde, capable d'une croissance économique durable accompagnée d'une amélioration quantitative et qualitative de l'emploi et d'une plus grande cohésion sociale ». En 2002, lors du Conseil européen de Barcelone, ils ont convenu que les investissements de R & D dans l'UE doivent augmenter et approcher 3 % du PIB en 2010, alors que le ratio était de 1,9 % en 2002. Tous les États membres présents, y compris les nouveaux, ne sont pas censés pouvoir atteindre individuellement cet objectif en 2010, mais tous doivent y contribuer. Cette croissance doit se faire par l'augmentation du financement de la R & D par les entreprises de manière à le porter aux deux tiers des investissements totaux de R & D, une proportion qui est déjà atteinte dans certains pays européens.

Alors que le ratio est de 1,8 % dans l'UE des vingt-cinq, cette perspective des « 3 % » demeure-t-elle réaliste pour l'ensemble des pays européens ?

En 2001, deux pays européens seulement avaient des dépenses de R & D qui dépassaient cet objectif : la Suède (4,3 % du PIB) et la Finlande (3,4 % du PIB). Ces deux pays se distinguent par la part très élevée des financements en provenance des entreprises (plus de 70 % des dépenses de R & D). Le volume des financements des entreprises représente 3 % du PIB en Suède et 2,4 % en Finlande. Les financements en provenance du secteur public représentent aussi une part élevée du PIB, supérieure à celle de l'ensemble des pays de l'Union européenne, mais relativement moins éloignée d'autres pays, comme la France, par exemple.

La Suède et la Finlande constituent-elles un modèle de croissance pour les autres pays européens ? Si l'on considère

l'exemple de la Finlande, la croissance très forte des dépenses de R & D dans les années 90 a été essentiellement le fait des industries électroniques. Celles-ci représentent actuellement plus de 50 % des dépenses exécutées par les entreprises. Si la Finlande a su se spécialiser sur un créneau d'excellence à l'échelle internationale, sa position exceptionnelle repose cependant sur un nombre très limité d'industries et dans un contexte alors très porteur pour ce secteur. Même s'il est imaginable de l'appliquer à d'autres pays de taille comparable, notamment à certains nouveaux entrants dans l'Union européenne, un tel modèle ne peut être généralisé à l'ensemble des pays européens, dont la recherche est beaucoup plus diversifiée.

Rappelons que, aux côtés de la Suède et de la Finlande, quatre autres pays de l'Union européenne seulement dépensent plus de 2 % de leur PIB pour la R & D : l'Allemagne, le Danemark, la France et la Belgique, par ordre décroissant. Les dépenses de R & D de l'ensemble de ces pays représentent plus de 60 % de celles de l'UE des quinze. Le pari des 3 % est donc ambitieux, voir risqué à l'échelle de l'UE des vingt-cinq, car il demande une mise à niveau importante et immédiate de nombreux pays.

Enfin, la diminution du pouvoir d'attraction globale de l'UE comme lieu d'implantation de la R & D du secteur privé devient une préoccupation majeure. Ces dernières années, les laboratoires de recherche des firmes multinationales ont tendance à se localiser aux États-Unis d'Amérique. Les pays asiatiques comme l'Inde, la Chine et la République de Corée sont également entrés dans la compétition mondiale. Pour rester concurrentiels sur le plan technologique, les pays européens doivent donc aussi renforcer leurs capacités à développer des recherches fondamentales. La question de leurs compétences scientifiques, largement dépendantes de la qualité de l'enseignement et des ressources humaines du secteur public, est ici essentielle.

rayonnement synchrotron (ESRF), qui sont le pilier des grandes infrastructures pour la recherche en Europe. Avec un budget annuel d'environ 3,5 milliards d'euros, elles sont également ouvertes à une large coopération internationale et contribuent à structurer la R & D en Europe.

Grâce à ces dispositifs, nul doute que la coopération scientifique s'est renforcée au sein de l'Union européenne. Elle peut être mesurée par la part des publications scientifiques cosignées par des équipes de différents pays européens. En 2001, la part des copublications internationales de chaque pays avec un autre membre de l'Union européenne variait de 45 % pour l'Allemagne à près de 75 % pour le Portugal. La part des copublications européennes augmente de façon significative, surtout pour les pays dont la production scientifique est en croissance, comme on l'a vu pour le Portugal. En ce qui concerne les quinze pays de l'Union européenne, la part de copublications réalisées avec les laboratoires américains est maintenant bien inférieure à celle des copublications européennes.

Les copublications des quinze États membres de l'Union avec les nouveaux États membres n'étaient pas encore très nombreuses en 2001. Les phénomènes de voisinage sont ici très visibles : respectivement 10 % et 12 % des copublications de l'Autriche et de la Finlande se font ainsi avec l'un des futurs États membres. Mais les copublications avec les nouveaux États membres ne représentent que moins de 5 % au Royaume-Uni ou en Espagne. L'évolution des copublications entre anciens et nouveaux États membres constituera un bon indicateur pour suivre la réalité de l'élargissement de l'espace européen de la recherche.

LES SYSTÈMES DE RECHERCHE EN (R)ÉVOLUTION DANS LES NOUVEAUX ÉTATS MEMBRES

Le décalage entre les anciens et les nouveaux États membres de l'Union européenne s'explique largement au niveau systémique. Depuis l'effondrement du bloc soviétique, la réforme des institutions a été largement entamée dans la plupart des nouveaux États membres. Les systèmes nationaux ont été soit totalement reconstruits, soit réaménagés, mais tous ont subi de

grandes transformations au cours des quinze dernières années, même si cette restructuration n'est pas encore achevée. Ainsi, le rôle et la place des académies des sciences, seules responsables des activités de recherche fondamentale durant l'époque soviétique, ont évolué. Inversement, le rôle des universités a généralement été renforcé et des moyens supplémentaires leur ont été apportés. Cependant, longtemps étouffées par les académies des sciences, les universités ont accumulé un retard énorme alors que la construction de l'excellence scientifique demande du temps. Par ailleurs, la massification de l'enseignement supérieur suscite une demande considérable d'enseignement et constitue le principal obstacle au développement des recherches universitaires.

Si le recentrage important de la recherche fondamentale au sein des universités apparaît comme un atout pour les nouveaux États membres, il ne peut l'être qu'à long terme et demande un effort prolongé et sérieux des pouvoirs publics, qui ne devront pas se désengager.

Côté recherche industrielle, la transformation des industries lourdes de l'époque soviétique en industries modernes a pris du retard. À la demande centralisée de développement industriel a succédé une mise en concurrence sur le marché mondial qui demande des efforts très importants. À titre d'exemple, les entreprises de Hongrie financent moins de 40 % de la DIRD en 2001, contre 56 % en moyenne pour l'Union européenne (UE 15). Alors que les dépenses de R & D exécutées par les entreprises représentent 1,26 % du PIB dans l'Union européenne (UE 15), elles sont inférieures à 0,3 % en Hongrie. Dans plusieurs pays, la croissance de la contribution des entreprises au financement de la recherche a été plus faible que la progression des ressources publiques, retard jugé préoccupant, notamment par rapport à l'objectif « 3 % du PIB » fixé par le Conseil européen.

Un espoir pourrait venir des investissements directs étrangers qui entrent dans les nouveaux États membres, mais ceux-ci ne pallient pas la faiblesse des moyens industriels consacrés à la recherche. L'intérêt des firmes européennes et américaines apparaît d'abord fondé sur le souci de s'implanter dans une zone de production à bon marché et de prendre place sur des marchés en expansion. Ces implantations sont rarement

destinées à tirer parti des compétences scientifiques et techniques locales. Cependant, des investissements étrangers ont pu jouer un rôle moteur pour le développement de certaines niches technologiques (pharmacie et automobile en Slovénie, technologie de l'information et de la communication en Estonie, éclairage en Hongrie).

Au total, on peut conclure aujourd'hui que, pour les nouveaux États membres, le retard le plus important se situe au niveau de la recherche industrielle, alors que la recherche académique s'appuie sur une tradition forte mais qui manque de moyens.

UN AVENIR NUANCÉ

Le bilan est donc contrasté pour l'Union européenne de la R & D : stagnation des poids lourds comme l'Allemagne, le Royaume-Uni et la France, et retard important des nouveaux entrants. Faut-il être pessimiste pour l'espace européen de la recherche ?

La grande question porte sur le poids des contraintes économiques et la capacité politique à défendre la recherche dans un contexte souvent difficile. Les efforts des nouveaux

États membres – mais aussi des plus anciens – vont buter sur les contraintes financières liées à la nécessité de contrôler les déficits budgétaires dans la perspective de l'entrée – ou du maintien – dans la zone euro. L'objectif « 3 % du PIB », trop ambitieux, ne sera pas atteint en 2010 dans l'Europe à vingt-cinq membres et n'aura que peu de chances d'être réalisé dans l'Europe à quinze. L'entrée de – maintenant – dix nouveaux membres doit faire réfléchir à la redéfinition des objectifs mais aussi aux besoins de l'Europe. Où placer les efforts, où mettre les priorités ? Faut-il laisser s'accroître les différences, favoriser les pôles d'excellence ? Faut-il accompagner à défaut d'intégrer ? On voit que le champ de réflexion est large et le premier effort de cette nouvelle Union devrait être de définir un grand projet commun pour la recherche et le développement.

Cela sera d'autant plus facile que, dans les nouveaux États membres, huit personnes sur dix voient la science comme une valeur positive. Aussi faudra-t-il ne pas décevoir les nouveaux citoyens de l'Union européenne et faire en sorte que la recherche et le développement contribuent au développement économique et au bien-être social.

RÉFÉRENCES ET LECTURES COMPLÉMENTAIRES

- Barré, R.; Esterle, L. 2002. *Indicateurs de sciences et de technologies*. Rapport de l'Observatoire des sciences et des techniques. Paris, Éditions Economica.
- Cadiou, Y.; Esterle, L. 2002. *Scientific Profile Activities in CEEC. A Comparative Study Based on Scientific Publication Indicators and International Co-publications*. Rapport préparé pour le Bureau régional de l'UNESCO pour la science en Europe (ROSTE).
- Commission européenne. 2001a. *Innovation Policy Issues in Six Candidate Countries : the Challenge*. Disponible sur : www.cordis.lu/innovation.
- . 2001b. *Towards a European Research Area : Key Figures 2001*. Édition spéciale : *Indicators for Benchmarking of National Research Policies*. Luxembourg, Office des publications officielles des communautés européennes.
- . 2002. *R & D and Innovation Statistics in Candidate Countries and the Russian Federation, data 1990-1999*. Luxembourg, Office des publications officielles des communautés européennes.
- . 2003a. *Candidate Countries Eurobarometer*. DG Press and Communication. Disponible sur : europa.eu.int/comm/public_opinion. (CC-EB 2002.3 on Science & Technology.)
- . 2003b. *She Figures 2003. Women and Science, Statistics and Indicators*. Luxembourg, Office des publications officielles des communautés européennes. (EUR 20733.)
- . 2003c. *Third Report on Science and Technology Indicators*. Luxembourg, Office des publications officielles des communautés européennes. Disponible sur : www.cordis.lu/indicators.
- Esterle, L.; Filliatreau, G. 2004. *Indicateurs de sciences et de technologies*. Rapport de l'Observatoire des sciences et des techniques. Paris, Éditions Economica.
- Esterle, L.; Papon, P. 2002. Le Chantier de la recherche européenne. *La Recherche*, 351, p. 66.
- Observatoire des sciences et des technologies. 2004. *Les Systèmes nationaux de recherche et d'innovation du monde et leurs relations avec la France. La Hongrie, 2003 ; la République tchèque, 2003 ; la Pologne, 2004*. Disponibles sur : www.obs-ost.fr.
- UNESCO. 2001. *Reconstruction of Scientific Cooperation in South East Europe*. Rapport préparé pour la rencontre organisée par le Bureau régional de l'UNESCO pour la science en Europe (ROSTE), à Venise, Italie, 24-27 mars 2001.

Laurence Esterle, titulaire d'un doctorat, est chercheuse à l'Institut national de la santé et de la recherche médicale (INSERM) ; ses travaux sont centrés sur la politique scientifique dans le domaine de la santé. Spécialiste des politiques et de l'évaluation stratégique en matière de R & D, elle siège dans de nombreux comités scientifiques ou stratégiques à l'échelon national ou européen.

Laurence Esterle a commencé sa carrière comme chercheuse dans le domaine de l'immunologie de 1977 à 1991. Elle a ensuite été nommée directrice scientifique de l'Association française de lutte contre la mucoviscidose, avant de rejoindre l'INSERM. En tant que directrice de la recherche au siège de l'INSERM, elle assumait la responsabilité des programmes scientifiques sur la recherche médicale et de la coordination scientifique avec les partenaires de l'INSERM.

En 1999, Laurence Esterle a été nommée directrice adjointe de l'Observatoire des sciences et des techniques (OST), établissement public français responsable de la production d'indicateurs et d'analyses sur les systèmes de R & D. Deux ans plus tard, elle est devenue directrice de l'OST, poste qu'elle a occupé jusqu'à la fin de son mandat en mai 2005.

L'Europe du Sud-Est

GEORGI ANGELOV, KOSTADINKA SIMEONOVA et IVO SLAUS

Pour la majeure partie de l'Europe du Sud-Est¹, la dernière décennie du xx^e siècle a été une époque de changements radicaux et de troubles, sans parler des atrocités des guerres régionales et ethniques. Aujourd'hui, la majorité des États de la sous-région sont encore aux prises avec une transformation drastique de leurs systèmes politique, social et économique déclenchée par la chute du mur de Berlin en 1989. L'un d'entre eux, la Yougoslavie, a même éclaté en cinq nouveaux États. Dans tous les pays en transition, faiblesse économique et graves problèmes sociaux ont caractérisé la décennie écoulée. Seule la Slovénie est parvenue à franchir sans encombre la période de transition, réussissant même à devenir membre de l'Union européenne (UE) en mai 2004. Compte tenu de son nouveau statut, elle est évoquée à la fois dans le présent chapitre et dans celui concernant l'Union européenne. La Grèce, pour sa part, est sortie indemne de cette période de crise grâce à sa stabilité politique et à son appartenance à l'Union européenne.

Les systèmes scientifiques et technologiques (S & T) des pays de la région ont eux aussi connu des changements profonds et sans précédent. Les difficultés économiques ont entraîné une insuffisance chronique des activités de S & T, l'effondrement du système de production des connaissances et un désengagement progressif des gouvernements et de la société. Avant la période de transition, les instituts qui menaient des travaux de recherche-développement (R & D) appliquée entretenaient des liens étroits avec l'industrie locale; ils faisaient parfois partie de blocs économiques comme l'ex-COMECON (Bulgarie et Roumanie). Dans les années 90, ces liens ont été rompus. La coopération avec l'industrie a cessé pour la majorité des unités de R & D, qui ont été incapables d'établir de nouvelles relations. Aujourd'hui, la R & D est principalement financée par les pouvoirs publics, plus particulièrement par les ministères des Sciences. Rien n'incite le secteur privé à soutenir la

R & D, puisque les économies nationales sont orientées vers l'importation. Un problème commun à tous les pays est celui de la très forte « fuite des cerveaux » vers l'étranger et, plus préoccupante encore, leur fuite interne, phénomènes qui démoralisent les chercheurs et diminuent le nombre des individus embrassant une carrière scientifique. Dans des conditions socio-économiques aussi défavorables, le rôle joué par les organisations et initiatives internationales et intergouvernementales dans la dynamisation et la mutation des systèmes nationaux de S & T devient crucial. Certains de ces organismes visent à une stabilisation globale de la région, alors que d'autres sont plus spécialisés dans la reconstruction des systèmes de production des connaissances et d'innovation et leur réintégration dans le tissu économique. Ces initiatives créent des conditions favorables à la coopération en matière de recherche entre pays d'Europe du Sud-Est et entre eux et le reste de l'Europe. Certains des organismes en question ne comprennent que quelques pays de la région; d'autres, comme l'UNESCO, dont le mandat est mondial, les englobent tous. Depuis l'adoption du Pacte de stabilité pour l'Europe du Sud-Est (Cologne, 1999), le rôle de la coopération régionale a été renforcé par des accords multilatéraux et bilatéraux, ainsi que par un cadre économique et politique plus propice à la R & D. Le principal objectif du Pacte de stabilité est de soutenir les efforts des pays de l'Europe du Sud-Est en faveur de la paix, de la démocratie, du respect des droits de l'homme et de la prospérité économique, afin d'instaurer la stabilité dans toute la région. Pour atteindre ces objectifs, une approche globale et cohérente a été élaborée avec la participation, notamment, des Nations Unies, de l'Union européenne, de l'Organisation pour la sécurité et la coopération en Europe (OSCE), du Conseil de l'Europe, de l'Organisation du traité de l'Atlantique-Nord (OTAN) et de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE).

1. Les pays de la région sont : l'Albanie (superficie 28 748 km², population 3,4 millions d'habitants), la Bosnie-Herzégovine (52 280 km², 4,3 millions d'habitants), la Bulgarie (110 993 km², 7,9 millions d'habitants), la Croatie (56 542 km², 4,4 millions d'habitants), la Grèce (131 940 km², 10,9 millions d'habitants), l'ex-République yougoslave de Macédoine (25 713 km², 2 millions d'habitants), la Roumanie (237 502 km², 21,7 millions d'habitants), la Serbie-et-Monténégro (Serbie : 88 361 km², 7,5 millions d'habitants, non compris le Kosovo, dont la superficie est de 10 877 km² et la population d'environ 2 millions d'habitants; Monténégro : 13 812 km², 700 000 habitants), la Slovénie (20 273 km², 2 millions d'habitants), la Turquie (814 578 km², 67,8 millions d'habitants). Tous les chiffres proviennent de pages Web officielles de source gouvernementale consultées en 2004. Les pays susmentionnés sont rangés sous le nom d'Europe du Sud-Est, région qui inclut parfois la Hongrie et la République de Moldova. Dans certains documents politiques, l'Albanie et les pays de l'ex-Yougoslavie (énumérés plus loin au tableau 2) sont désignés sous la dénomination de pays des Balkans occidentaux.

La politique de l'Union européenne envers l'Europe du Sud-Est s'appuie sur deux stratégies : l'accèsion à l'Union européenne, qui concerne la Bulgarie, la Croatie, la Roumanie et la Turquie, et le Processus de stabilisation et d'association pour l'Albanie, la Bosnie-Herzégovine, la Serbie-et-Monténégro et l'ex-République yougoslave de Macédoine (MKD), le but ultime étant de préparer l'adhésion de ces pays à l'Union européenne. Les négociations officielles entre la Croatie et l'UE devaient débuter en décembre 2004, et entre la Turquie et l'UE en octobre 2005.

Le Processus de Venise, lancé par l'UNESCO, la Fondation européenne de la science (FES) et l'Academia Europaea en novembre 2000, consiste à restaurer la coopération scientifique entre les pays de l'Europe du Sud-Est et entre eux et le reste de l'Europe. Il a, pour l'essentiel, les mêmes objectifs que les actions spécifiques de la Commission européenne et ses programmes-cadres successifs; il met toutefois davantage l'accent sur l'aspect régional en encourageant la création au niveau de la région de réseaux qui équivalent plus ou moins à des centres d'excellence ou de compétences.

Dans le domaine de l'enseignement supérieur, un processus paneuropéen a été lancé en 1999 avec l'adoption de la Déclaration de Bologne. Engagement pris par 29 pays européens de réformer la structure de l'enseignement supérieur de façon convergente sur leurs territoires respectifs, la Déclaration reflète la recherche d'une réponse européenne commune à des problèmes européens communs. Ce document a donné

le coup d'envoi au Processus de Bologne visant à créer un Espace européen de l'enseignement supérieur d'ici à 2010. Ce processus a trois objectifs principaux : simplifier la mosaïque de diplômes de l'enseignement supérieur; améliorer la mobilité au sein de l'Europe et attirer des étudiants du monde entier; garantir le respect de normes de qualité élevée.

Le présent chapitre étudie tour à tour la Croatie, la Bosnie-Herzégovine, la Serbie-et-Monténégro et l'ex-République yougoslave de Macédoine avant de passer à la Bulgarie, à la Roumanie, à l'Albanie et à la Turquie. Il examine ensuite de plus près comment l'UE et d'autres organismes internationaux soutiennent les efforts des pays d'Europe du Sud-Est pour instaurer la stabilité et la prospérité par le biais de la coopération régionale et internationale.

CROATIE, BOSNIE-HERZÉGOVINE, EX-RÉPUBLIQUE YOUGOSLAVE DE MACÉDOINE, SERBIE-ET-MONTÉNÉGRO

Le contexte social

Les indicateurs économiques et sociaux se sont dégradés entre 1989 et 1999 en Croatie, en Bosnie-Herzégovine, en Serbie-et-Monténégro et en ex-République yougoslave de Macédoine, comme l'illustrent les tableaux 1 et 2. Des changements démographiques considérables, liés à la chute du taux de fécondité et à l'amélioration de la santé, se sont produits. La population âgée de moins de 17 ans a diminué de 10 % en Croatie, en ex-République yougoslave de Macédoine, en Serbie-et-Monténégro et

Tableau 1
INDICATEURS ÉCONOMIQUES POUR L'EUROPE DU SUD-EST, 2002-2003
Dans quelques pays

Pays	PIB par habitant (en dollars PPA ¹)	PIB par secteur (%)			Inflation (%)	IED ² en pourcentage du PIB	Croissance du PIB (%)
		Agriculture	Industrie	Services			
Bosnie-Herzégovine	1 900	13	41	46	0,4	4,9	3,5
Croatie	8 300	10	33	57	1,5	6,2	5,0
ex-République yougoslave de Macédoine	5 100	11	31	58	2,4	1,1	3,0
Serbie-et-Monténégro	2 200	26	36	38	8,0	3,6	4,0

1. Exprimé en dollars à parité de pouvoir d'achat.
2. Investissement étranger direct.

Sources : CEPS (2004), *Europe South-East Monitor*, n° 51; Central Intelligence Agency (2003), *World Fact Book*, www.bartleby.com/151.

Tableau 2
INDICATEURS SOCIAUX POUR L'EUROPE DU SUD-EST
Dans quelques pays

Pays	Population (2003)	Évolution de l'emploi entre 1989 et 1999 (%)	Évolution du PIB par habitant entre 1989 et 1999 (%)	Taux de fécondité*		Structure par âge 2003 (%)			Efficacité de la gouvernance (sur une échelle de 0 à 100) (2003)	Respect de la primauté du droit (sur une échelle de 0 à 100) (2003)
				1989	1999	0-14	15-64	65+		
Bosnie-Herzégovine	3 989 018	–	–	1,88	–	19,4	70,5	10,1	14,9	19,1
Croatie	4 390 751	–13,1	–18,7	1,92	1,38	18,3	66,3	15,4	63,9	58,8
ex-Rép. youg. de Macédoine	2 063 122	–15,2	–31,2	2,45	1,75	22,0	67,5	10,5	44,8	44,3
Serbie-et-Monténégro	10 655 774	–10,1	–59,1	2,26	1,67	19,3	65,4	15,3	26,8	16,0
Slovénie	1 988 000	–3,1	+ 9,7	2,11	1,21	–	–	–	–	–

* Nombre d'enfants par femme.

Sources : Central Intelligence Agency (2003), *World Fact Book*, www.bartleby.com/151 ; thèmes de l'Institut de la Banque mondiale (WBI) (2002), <http://info.worldbank.org/governance> ; UNICEF (2001), *Dix Ans de transition. Rapport Monee*, Rapport régional de suivi.

en Slovaquie, et de 30 % en Bosnie-Herzégovine. En Croatie, le taux de fécondité n'était que de 1,38 % en 1999. Si, comme prévu, il tombe à 1,15 %, la population diminuera aussi, passant de 4,5 millions aujourd'hui à 3,7 millions en 2050.

Questions de ressources humaines

La fuite interne et externe des cerveaux sévit à grande échelle dans ces quatre pays, puisque de nombreux diplômés en sciences et en ingénierie quittent leur pays ou y poursuivent une carrière plus lucrative en dehors de leur domaine de spécialisation. Le gaspillage des cerveaux est pire encore que leur fuite, car il démoralise aussi bien les chercheurs que ceux projetant de le devenir. Comme nous le verrons dans une section suivante du chapitre, d'autres pays d'Europe du Sud-Est, comme la Roumanie et l'Albanie, souffrent également de ce phénomène.

Des problèmes préoccupants se posent aussi dans l'enseignement supérieur. La Croatie, la Bosnie-Herzégovine et la Serbie-et-Monténégro ont un taux élevé d'abandon scolaire et le temps passé à obtenir les diplômes y est excessif. En Serbie, par exemple, 33 000 étudiants s'inscrivent chaque année, mais seulement 12 000 d'entre eux obtiennent leur premier diplôme. De plus, les études interdisciplinaires et interfacultés sont rares. La répartition des étudiants fait apparaître une préférence pour les sciences sociales (30 %) et les sciences de l'ingénieur (24 %).

Le pourcentage de jeunes inscrits dans l'enseignement supérieur est très variable dans la région. Il se situe aux alentours de 25 à 30 % en Croatie et en Serbie-et-Monténégro et de 15 à 20 % en Bosnie-Herzégovine et en ex-République yougoslave de Macédoine, contre 50 % en Slovaquie, ce dernier chiffre constituant le maximum. Le nombre de diplômés est également faible dans la région. En Serbie et en Croatie, par exemple, 7 % seulement de la population est diplômée de l'université. Compte tenu de la faiblesse actuelle du nombre de diplômés, il est regrettable que les efforts pour améliorer l'éducation des adultes soient quasi inexistant dans ces quatre pays.

Il est intéressant de noter que l'équilibre entre les sexes dans l'enseignement supérieur règne dans toute la région, à l'exception de la Turquie (figure 1). D'après les données d'Eurostat, les femmes turques représentaient néanmoins 25 % des diplômés dans les domaines de l'ingénierie, de l'industrie manufacturière et de la construction en 2001, et 44 % dans le domaine des sciences (tableau 13). Dans certains pays, on observe même un déséquilibre entre les sexes en faveur des femmes; en Bosnie-Herzégovine, par exemple, les femmes représentaient près des deux tiers des diplômés des universités entre 1998 et 2002 selon l'Agence nationale de statistique.

Une autre tendance commune à de nombreux pays de la région est l'augmentation constante des inscriptions dans l'enseignement supérieur, surtout chez les femmes.

Figure 1
FEMMES DIPLOMÉES EN SCIENCES ET EN INGÉNIERIE EN EUROPE DU SUD-EST, 2001
Dans quelques pays



* Les données pour la Serbie-et-Monténégro datent de 2000.

Source : Institut de statistique de l'UNESCO.

Cette hausse est de bon augure à une époque où, en Europe du Sud-Est, le personnel de recherche vieillit. En Croatie, par exemple, sur les 7 433 titulaires d'un doctorat, 2 600 seulement ont moins de 50 ans (tableau 4). Bien que la plupart des titulaires de doctorats (6 504) soient employés comme chercheurs, 16,3 % d'entre eux n'ont pas publié un seul article entre 1991 et 1998. Dans ce pays, le groupe d'âge le plus productif semble être celui des personnes âgées de 53 à 63 ans. Fait plus positif, la grande majorité des doctorats

obtenus en 2001 l'ont été dans le domaine des sciences « dures ». La médecine venait en tête (26,7 %), suivie par l'ingénierie (22 %), les sciences exactes et naturelles (20,8 %), les sciences sociales (12,5 %), les sciences humaines (10,2 %) et la biotechnologie (7,8 %). L'âge moyen des récipiendaires était de 40 ans.

Dans les quatre pays de l'ex-Yougoslavie, le potentiel de R & D est actuellement inférieur au seuil nécessaire pour atteindre les priorités nationales. En Croatie, par exemple, les

7 443 titulaires de doctorats et les 280 000 autres diplômés sont loin de constituer la masse critique nécessaire. Il en va de même pour les chercheurs actifs : il y en a actuellement entre 2 000 et 4 000 dans le pays alors qu'il en faudrait au moins 20 000. Près de la moitié des chercheurs macédoniens sont titulaires d'un doctorat. La plupart en ingénierie (47 %), puis en agriculture et en sciences humaines (13 %), en médecine (11 %), en sciences sociales (10 %) et en sciences exactes et naturelles (6 %).

Le plus grand problème de développement auquel se heurte la province serbe du Kosovo, avec ses 90 % d'Albanais et ses 10 % de Serbes, est l'analphabétisme. Bien que l'enseignement primaire et secondaire se soit amélioré ces cinquante dernières années, le Kosovo accuse un retard : en 1953, 55 % de la population âgée de plus de 10 ans, soit 38 % des individus de sexe masculin et 70 % de la population féminine, était analphabète. En 1981, l'analphabétisme était tombé à 18 % (9 % pour les premiers et 26 % pour la seconde), 34 % de la population achevant des études primaires, 7 % des études secondaires et 3,3 % des études universitaires. Bien que les choses s'améliorent lentement, aujourd'hui encore 17 % seulement des adolescents vont jusqu'au terme de l'enseignement secondaire.

Processus de Bologne

Les quatre pays ont adhéré au Processus de Bologne, dont un des objectifs est d'assurer le respect de normes de qualité élevées dans l'enseignement supérieur de tous les États européens.

Une loi sur la réforme de l'éducation reconnaissant les principes et objectifs de la Déclaration de Bologne (1999) a été adoptée par la Fédération et la Republika Srpska, de moindre dimension, qui constituent la Bosnie-Herzégovine; elle a été présentée au Conseil de mise en œuvre de la paix à Bruxelles le 21 novembre 2002. La majorité des établissements d'enseignement supérieur de Bosnie-Herzégovine ont depuis lors adopté le plan de réformes et, d'ici à 2010, le Processus de Bologne devrait être pleinement appliqué dans les universités du pays. De façon paradoxale, c'est la principale université du pays – celle de Sarajevo – qui a le plus tardé à mettre en œuvre le Processus.

En 2000, la Croatie a lancé une réforme de ses systèmes de R & D et d'enseignement supérieur dans le cadre de ses efforts de mise en place d'une société du savoir. En mai 2001, elle a adhéré au Processus de Bologne et a ensuite adopté une loi alignant son enseignement supérieur sur la Déclaration de Bologne.

Comme c'est le cas en Croatie, la Constitution de l'ex-République yougoslave de Macédoine accorde l'autonomie aux universités. En Macédoine, un quota définit le nombre de places allouées dans les universités aux minorités ethniques. Le pays a ratifié la Convention de Lisbonne sur la reconnaissance des qualifications en mars 2003. Ses trois universités ont élaboré des programmes qui appliquent pleinement le Processus de Bologne.

En février 2001, le ministère de l'Éducation et des Sports de la République de Serbie s'est donné pour mission de mettre en place un système d'enseignement supérieur moderne conforme au Processus de Bologne. En Serbie, la loi de 1998 relative aux universités posait un problème particulier puisqu'elle supprimait l'autonomie des établissements d'enseignement supérieur. De ce fait, les universités serbes n'ont plus fait partie de l'Association des universités européennes. Des lois et pratiques tout aussi inadaptées appliquées à la science en Croatie au début des

Tableau 3
EFFORT DE R & D EN EUROPE DU SUD-EST, 2000
Dans quelques pays

	Ratio DIRD/ PIB (%)	Chercheurs par million d'habitants
Albanie	< 0,1	–
Bulgarie	0,49 ¹	1167
Croatie	1,00	1187
Roumanie	0,39 ²	879
Serbie-et-Monténégro	–	1085
Slovénie	1,52	2258
Turquie	0,64	306

1. 2002.
2. 2001.

Sources : pour le rapport DIRD/PIB : OCDE ; pour la Croatie : Institut de statistique de l'UNESCO (2004) ; pour l'Albanie : Dega (2003) ; pour les chercheurs par million d'habitants : Institut de statistique de l'UNESCO (2004).

années 90 ont empêché le pays d'être admis à faire partie de la Fondation européenne de la science.

Le ministère monténégrin de l'Éducation et des Sciences a pris en 2003 une décision peu orthodoxe en confiant à l'Université du Monténégro la tâche de procéder à la réforme de l'enseignement supérieur et d'élaborer une nouvelle loi sur l'enseignement supérieur. Le Monténégro prévoit de constituer une « Commission de Bologne » pour coordonner, superviser et suivre l'application de la réforme.

Cadre de la R & D

Les quatre pays ont à plusieurs reprises déclaré que la R & D était une priorité nationale. Il convient toutefois de reconnaître que le potentiel de R & D est inférieur au seuil vital à franchir pour réaliser quelque priorité nationale que ce soit. Sauf en Croatie, où l'industrie subventionne la R & D à hauteur de 0,5 % du PIB, dans les autres pays le financement de la R & D vient d'une seule source : le ministère des Sciences. Il n'y a pas de centres d'excellence proprement dits ni de soutien adéquat à une recherche scientifique internationalement reconnue ou à une coopération entre pays qui permettrait, en particulier, de participer à de grands projets communs utilisant des établissements de recherche internationaux. Le soutien apporté par l'Union européenne et les États-Unis d'Amérique à divers projets de collaboration au cours des années 80 était beaucoup plus important que l'appui actuellement accordé par le biais des cinquième (1998-2002) et sixième (2003-2007) programmes-cadres de l'Union européenne.

Dans les années 70, la productivité scientifique de la Yougoslavie était comparable à celle de la Hongrie, de l'Espagne, de l'Irlande, de l'Autriche et de la Grèce.

Selon le *Rapport mondial sur la science 1998*, la productivité yougoslave a chuté dans les années 80, pour se rapprocher de celle du Portugal, de la Roumanie et de la Bulgarie.

L'essentiel de la R & D s'effectue dans le secteur universitaire, qu'il s'agisse de la Croatie, de la Bosnie-Herzégovine, de la Serbie-et-Monténégro ou de l'ex-République yougoslave de Macédoine. S'il fut un temps où plusieurs universités pouvaient se targuer de figurer sur la liste des 500 meilleures universités du monde, plus aucune n'y figure aujourd'hui.

R & D en Bosnie-Herzégovine

Il y a un système de R & D distinct pour chacune des deux entités qui constituent la Bosnie-Herzégovine : la Fédération et la Republika Srpska. La Fédération et ses cantons investissent 2,7 millions d'euros chaque année dans la R & D, dont 1 million sont consacrés à des projets de recherche.

En 1990, la population de Bosnie-Herzégovine représentait 18 % de la population yougoslave et la Bosnie-Herzégovine produisait 13,6 % du PIB yougoslave, d'une valeur de 10,5 milliards de dollars. Cette contribution a diminué très fortement pendant la guerre, et c'est seulement après 1995 qu'elle a commencé à se rétablir. En 2003, le PIB était revenu à 50 % de la valeur qui était la sienne treize années auparavant.

Alors qu'à la fin des années 80 30 % des exportations reposaient sur la R & D nationale, en janvier 2002 aucune entreprise n'avait un seul produit relevant de cette catégorie. En 1990, la Bosnie-Herzégovine comptait quelque 2 000 chercheurs, qui dépensaient chaque année 43,5 millions de dollars des États-Unis d'Amérique, soit 22 000 dollars chacun. À la fin des années 90, il n'y avait plus que 1 300 professeurs et chargés de cours dans les universités, soit 650 chercheurs en équivalent temps plein (ETP); 650 autres chercheurs étaient employés dans des centres de R & D de l'industrie. En 1990,

Tableau 4
STRUCTURE PAR ÂGE DES CHERCHEURS
DE CROATIE, 1991 ET 2001

Classe d'âge	Nombre 1991	%	Nombre 2001	%	Évolution (%)
Moins de 29 ans	1 071	10,5	713	7,8	-33,4
30-34 ans	1 211	11,8	1 026	11,3	-15,3
35-39 ans	1 326	12,9	1 173	12,9	-11,5
40-49 ans	3 174	31,0	2 220	24,5	-30,1
50-59 ans	2 409	23,5	2 674	29,5	+11,0
>60 ans	1 054	10,3	1 274	14,0	+20,5
Total	10 245	100	9 080	100	-11,4

Source : K. Prpić (2002), « Size, Structure and Dynamics of R & D Personnel », dans Nada Svob Dokic (dir. publ.), *Policies in the South-East European Countries in Transition*, Zagreb, Croatie.

la Bosnie-Herzégovine dépensait 1,5 % de son PIB en R & D civile. La part des pouvoirs publics représentait deux tiers de l'ensemble, l'industrie apportant le reste. La Bosnie-Herzégovine, qui faisait encore à l'époque partie de la Yougoslavie, recevait de Belgrade 40 % de la part publique, et des collectivités locales 60 %, selon un rapport de 2002 sur la politique scientifique établi par l'Académie des sciences et des arts de Bosnie-Herzégovine, fondée en 1966. À cela s'ajoutait la R & D militaire représentant 0,3 % du PIB, ce qui faisait donc en tout 1,8 % du PIB, soit 195 millions de dollars.

La première phase de la politique proposée par l'Académie des sciences et des arts de Bosnie-Herzégovine visait à faire en sorte que la dépense intérieure brute de R & D (DIRD) retrouve dès 2003 son niveau d'avant 1990, 30 % des fonds venant de la Fédération et 70 % des cantons. La même chose était demandée de la Republika Srpska. De toute évidence, cet objectif n'a pas été atteint. Aujourd'hui, il y a 23 instituts de recherche en sciences exactes et naturelles et en sciences sociales, dont un Institut de génie génétique et de biotechnologie, un Institut des sciences des matériaux, des instituts d'histoire et d'économie, les instituts industriels d'Emergoinvest de Sarajevo et l'Institut de métallurgie de Zenica. La recherche a lieu dans des centres de l'Académie.

R & D en Croatie

Plus de 50 % des recherches en Croatie ont lieu dans les universités du pays, qui en compte 6. Le plus important des 28 instituts publics de recherche de Croatie est l'Institut multidisciplinaire Rudjer Bošković de Zagreb, fondé en 1950, qui emploie 350 titulaires d'un doctorat et qui représente plus de 30 % de la production scientifique croate. Les autres grands établissements sont les instituts de recherche médicale, océanographique, halieutique et économique. Chacun de ces instituts a été créé il y a plus de cinquante ans et emploie plus de 100 personnes.

L'Académie croate des sciences et des arts de Zagreb est une société savante de 150 membres avec autant de correspondants étrangers. Elle abrite un centre de recherche qui emploie une centaine de chercheurs (voir également la section consacrée à la coopération internationale).

En 1998, les dépenses publiques d'éducation s'élevaient à 770,5 millions de dollars, dont 90 % affectés aux salaires. Le reste était investi dans l'infrastructure. En 2003, le soutien aux jeunes chercheurs représentait 22 % de l'ensemble du budget du ministère des Sciences.

Le Programme croate d'innovation technologique lancé en 2000 pour développer l'infrastructure a abouti à la création de centres d'innovation et d'affaires ainsi que de centres de technologie à Split, Zagreb, Rijeka et Osijek. Les programmes TEST et RAZUM financent la R & D précommerciale de sociétés qui sont à la pointe de leur domaine. Sur plus de 300 demandes de financement de projets dans le cadre du programme TEST, un peu plus de la moitié ont été approuvées.

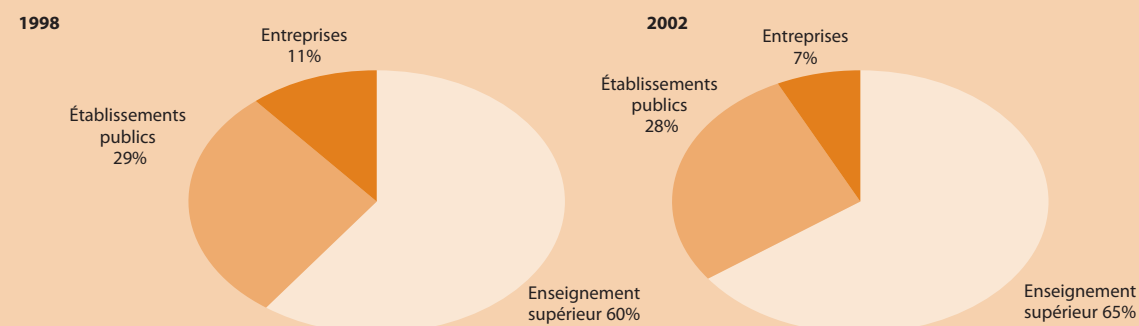
R & D en ex-République yougoslave de Macédoine

Le budget annuel de l'ex-République yougoslave de Macédoine s'élève à 850 000 dollars des États-Unis d'Amérique, soit l'équivalent de 0,025 % du PIB, pour un nombre total de 375 projets de recherche. Comme en Croatie, la plupart des travaux de recherche sont menés par les trois universités du pays. Le nombre de chercheurs a diminué, passant de 3 275 en 1998 à 2 838 quatre ans plus tard. En 2002, un peu moins de la moitié (soit 1 300) des chercheurs étaient titulaires d'un doctorat : 48 % en sciences de l'ingénieur, 13 % en agronomie, 11 % en médecine, 6 % en sciences exactes et naturelles, et le reste en sciences sociales et sciences humaines. En ce qui concerne l'emploi des chercheurs par secteur, on se reportera à la figure 2.

L'Académie des sciences et des arts de Macédoine a été créée en 1967. Elle compte des sections dans les disciplines suivantes : linguistique et littérature, sciences sociales, mathématique et sciences techniques, biologie et médecine, beaux-arts. L'Académie abrite aussi 5 centres de recherche.

L'ex-République yougoslave de Macédoine compte en tout 13 instituts scientifiques. Les priorités de la R & D nationale sont la biotechnologie, la qualité de la protection des produits alimentaires, les matériaux nouveaux, la gestion des ressources en eau, le développement durable, l'énergie, l'environnement, les technologies de l'information et de la communication (TIC), la santé, les sciences de la Terre et les sciences de l'ingénieur.

Figure 2
CHERCHEURS EN EX-RÉPUBLIQUE YOUGOSLAVE DE MACÉDOINE, 1998 ET 2002
Par secteur



Sources : J. Pop Jordanov (2002), *Short Review of Science and Technology in Republic of Macedonia*, communication privée ; I. Angelov et al. (2001), « Science in Macedonia », dans Actes de la Conférence internationale d'experts sur la restauration de la coopération scientifique en Europe du Sud-Est, Bureau régional de l'UNESCO pour la science en Europe (ROSTE), Venise, pp. 75-78 (en anglais).

L'Institut de sismologie et de génie parasismique mérite une mention à part, du fait de sa renommée mondiale.

R & D en Serbie-et-Monténégro

En 2000, le budget de R & D en Serbie-et-Monténégro s'est élevé à tout juste 13 millions d'euros. Comme ailleurs en Europe du Sud-Est, c'est surtout le secteur universitaire qui exécute les activités de R & D ; les principales universités

du pays sont celles de Belgrade, Novi Sad, Niš, Kragujevac, Monténégro et Pristina. Le plus important effectif de chercheurs travaille à l'Université de Belgrade ainsi que dans le principal centre de recherche du pays, l'Institut Vinča de sciences nucléaires, à Belgrade.

Le centre scientifique TESLA a été fondé à l'Institut Vinča en 1996. Ce centre est l'aboutissement d'un projet déjà ancien d'accélérateur de moyenne énergie pour la recherche en sciences nucléaires, biomédicales et des matériaux, et constitue une plate-forme de coopération internationale, bien que l'installation de l'accélérateur ne soit pas encore terminée. Il est envisagé de diviser l'Institut Vinča en quatre organismes distincts se consacrant, respectivement, à la recherche fondamentale, à la R & D appliquée, à l'accélérateur TESLA et à des activités de soutien.

L'Académie serbe des sciences et des arts a été fondée en 1887 et l'Académie des sciences et des arts du Monténégro en 1976.

Impact social de la science

Les avancées majeures sont une façon de mesurer l'impact social de l'activité scientifique dans un pays. Par exemple, les scientifiques croates ont apporté des contributions importantes à la physique nucléaire et à la physique des

Tableau 5
INSTITUTIONS, PERSONNEL ET PROJETS DE R & D
EN SERBIE-ET-MONTÉNÉGRO, 2001

	Nombre d'institutions	Personnel titulaire de diplômes d'enseignement supérieur	Projets de recherche achevés
Instituts de recherche (sciences de l'ingénierie)	55 (16)	2 903 (1 038)	1 449 (499)
Unités de développement	40	945	351
Facultés	77	8 877	1 578
Total	172	12 725	3 378

Sources : gouvernement de Yougoslavie (2003), *Statistical Pocketbook*, www.szs.sv.gov.yu/StatKal3/Komplet.pdf ; statistiques provenant de Serbie-et-Monténégro ; D. Trajković (2001), « Encouraging International Collaboration in Research Programmes », dans Actes de la Conférence internationale d'experts sur la restauration de la coopération scientifique en Europe du Sud-Est, Bureau régional de l'UNESCO pour la science en Europe (ROSTE), Venise, pp. 117-126 (en anglais).

Tableau 6
NOMBRE DE CHERCHEURS EN SERBIE, 2001
Par domaine de compétence

	Instituts de recherche	Unités de développement	Universités	Total
Sciences exactes et naturelles	841	70	1 098	2 009
Sciences de l'ingénieur	1 038	422	2 229	3 689
Sciences de l'agriculture	483	311	713	1 507
Sciences médicales	197	85	2 094	2 376
Sciences sociales	184	8	1 119	1 311
Sciences humaines	160	3	1 442	1 605
Multidisciplinaire	–	46	182	228
Total	2 903	945	8 877	12 725

Sources : gouvernement de Yougoslavie (2003), Statistical Pocketbook : www.szs.sv.gov.yu/StatKal3/Komplet.pdf ; statistiques provenant de Serbie-et-Monténégro ; D. Trajković (2001), « Encouraging International Collaboration in Research Programmes », dans Actes de la Conférence internationale d'experts sur la restauration de la coopération scientifique en Europe du Sud-Est, Bureau régional de l'UNESCO pour la science en Europe (ROSTE), Venise, pp. 117-126 (en anglais).

particules, à la transplantation des cellules souches hématopoïétiques, à l'identification des facteurs génétiques dans

Tableau 7
CONTRIBUTION DE QUELQUES PAYS D'EUROPE CENTRALE ET ORIENTALE* À LA PRODUCTION DE LITTÉRATURE SCIENTIFIQUE, 1999

En %

Pays	Recherche médicale	Chimie	Physique	Tous domaines
Bulgarie	2,8	6,1	6,9	5,5
République tchèque	7,8	13,1	9,7	11,9
Hongrie	12,2	12,3	8,8	12,1
Bosnie-Herzégovine	0,1	0,0	0,1	0,1
Croatie	4,1	3,2	2,9	3,1
ex-Rép. youg. de Macédoine	0,2	0,3	0,3	0,3
Rép. féd. de Yougoslavie	3,2	3,1	4,5	3,8

Note : le tableau ne contient qu'une sélection de pays de la région, ce qui explique pourquoi le total des pourcentages indiqués n'atteint pas 100 %. Ces données sont plus utiles pour évaluer l'activité scientifique dans diverses disciplines à l'intérieur de chaque pays que pour établir des comparaisons internationales, dans la mesure où elles ne sont pas rapportées au nombre d'habitants. Par exemple, la part de la Croatie dans la recherche médicale est supérieure à la place prise par sa population dans l'ensemble des domaines, à l'inverse de ce qui se passe en République tchèque.

* Dans la source indiquée ci-dessous, l'Europe centrale et orientale est composée des pays suivants : Albanie, Bosnie-Herzégovine, Bulgarie, Chypre, Croatie, Estonie, Hongrie, Lettonie, Lituanie, Malte, Pologne, République tchèque, ex-République yougoslave de Macédoine, Roumanie, Serbie-et-Monténégro, Slovaquie, Slovénie et Turquie.

Sources : pour les pays d'Europe centrale : Web of Science de l'ISI (Institute for Scientific Information) (2000 et 2004), <http://wos.mimas.ac.uk/> ; pour les autres pays d'Europe : Y. Cadiou et L. Esterle (2002), *Scientific Profile Activities in Central and Eastern European Countries*, Bureau régional de l'UNESCO pour la science en Europe (ROSTE).

la pathogenèse des cancers, à la recherche sur les tissus minéralisés, ainsi qu'à la recherche environnementale et marine. Pour leur part, les scientifiques macédoniens sont très performants dans la recherche sur les énergies durables, le génie environnemental et parasismique ou encore le génie biologique et génétique. Les scientifiques serbes et monténégrins apportent une contribution essentielle en matière de nouveaux matériaux et de biotechnologie; ils sont à l'origine de grands progrès concernant l'origine moléculaire des maladies et la mise au point de nouvelles stratégies thérapeutiques et de diagnostic.

Un second critère de la productivité scientifique est la quantité de publications dans un certain nombre de revues. La part prise par quelques pays d'Europe centrale, d'Europe du Sud-Est et d'Europe de l'Est dans la littérature scientifique apparaît au tableau 7.

Le chiffre des publications biomédicales pour 100 000 habitants en 1990 et 2000 figure au tableau 8. La plupart des pays ont vu le nombre de leurs publications augmenter au cours de la période, seule la Bosnie-Herzégovine connaissant un déclin important. Une telle évolution doit être envisagée avec circonspection, car il faudrait la comparer avec le nombre total de publications pour l'ensemble de l'Europe. Les données montrent que la Slovénie a réalisé des progrès considérables, en multipliant sa productivité scientifique

Tableau 8
NOMBRE DE PUBLICATIONS BIOMÉDICALES POUR 100 000 HABITANTS DANS LES PAYS D'EUROPE DU SUD-EST, 1990 ET 2000

Pays	1990	2000
Bosnie-Herzégovine	1,95	0,61
Croatie	18,40	26,00
ex-Rép. youg. de Macédoine	2,36	5,24
Serbie	11,92	11,34
Slovénie	29,63	76,84

Source : Fourth International Congress on Peer Review in Biomedical Publications, Barcelone (Espagne), septembre 2001.

par 2,59. Ses publications sont à présent presque trois fois plus nombreuses que celles de la Croatie. Une évaluation des activités scientifiques en Europe centrale et orientale réalisée pour l'UNESCO en 1999 permet de distinguer des groupes de pays d'après le nombre de publications pour 10 000 habitants. Le Royaume-Uni, les États-Unis d'Amérique, la France, l'Allemagne, le Japon, l'Espagne et l'Italie comptent chacun entre 4 et 9 publications; la Slovénie, la Grèce, la Hongrie, l'Estonie et la Slovaquie, entre 2 et 4; le Portugal, la Croatie, la Bulgarie, la Pologne et Chypre, entre 1 et 2. La Serbie-et-Monténégro se situe dans la fourchette de 0,5 à 1, tandis que la Bosnie-Herzégovine et l'ex-République

Tableau 9
NOMBRE D'ARTICLES PUBLIÉS PAR LES PAYS D'EUROPE DU SUD-EST, 1991-2004

Les chiffres pour la Hongrie et la Finlande sont donnés aux fins de comparaison

Pays	Nombre d'articles dans Current Contents* 1993	Nombre d'articles d'après les chiffres de l'ISI 1991-2004
Slovénie	12 092	14 702
Rép. féd. de Yougoslavie/ Serbie-et-Monténégro	9 639	–
ex-Rép. youg. de Macédoine	1 397	1 779
Croatie	11 505	14 272
Hongrie	40 170	54 721
Finlande	83 123	–

* La base de données Current Contents regroupe un ensemble de revues.

Source : Web of Science de l'ISI (2004), Science Citation Index de l'Institute for Scientific Information, ISI-Thompson, Philadelphie (États-Unis d'Amérique).

yougoslave de Macédoine se situent chacune au-dessous de 0,3.

Le tableau 9 présente l'activité scientifique telle qu'elle est mesurée par le nombre d'articles parus. Rapportées à la population, les données pour la Hongrie et la Slovénie sont comparables. La productivité scientifique de la Finlande est remarquable et il est intéressant d'observer son évolution au cours de la dernière décennie : à la fin des années 70, l'activité

Tableau 10
IMPACT DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE DANS L'EUROPE DU SUD-EST, 1997-2001

Les pays situés en dehors de la région sont inclus aux fins de comparaison

	Sciences exactes et naturelles	Sciences techniques	Sciences médicales	Sciences biotechniques	Sciences sociales
États-Unis d'Amérique	7,02	2,21	7,36	2,66	1,95
Allemagne	5,77	1,72	5,71	2,00	0,81
Finlande	4,97	1,69	5,61	3,03	1,40
Slovénie	2,87	1,17	2,30	1,35	0,43
Croatie	2,28	0,89	2,92	0,83	0,23
Bulgarie	2,05	1,02	2,31	1,43	0,46
Yougoslavie*	1,67	0,70	1,94	0,58	–0,31

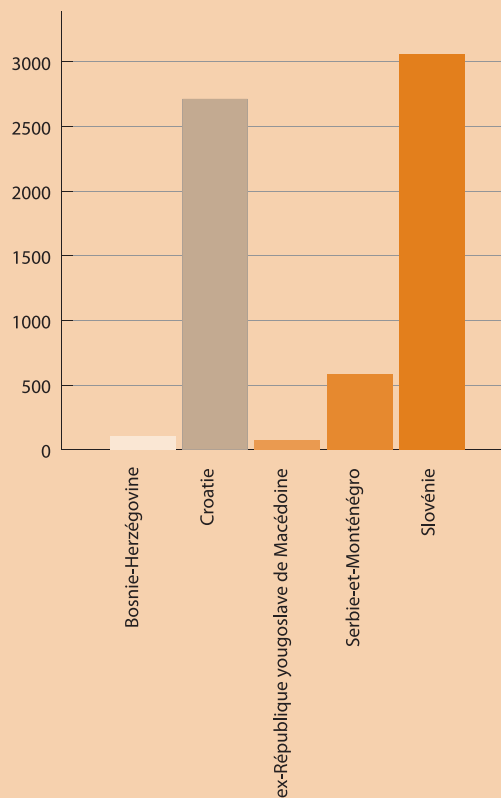
* Pour la Yougoslavie, les données concernent la période 1986-1990.

Note : le facteur d'impact se mesure en divisant le nombre de citations tirées de publications scientifiques nationales par le nombre de publications du pays considéré.

Source : communication privée du professeur Vito Turk, basé sur des données du Web of Science de l'ISI ; Institut informacijskih znanosti Maribor (IZUM), septembre 2002.

Figure 3
BREVETS DÉLIVRÉS EN EUROPE DU SUD-EST,
2004

Dans quelques pays



Source : Advanced Patent Search, Thomson – Delphion, <http://www.delphion.com/advquery>.

scientifique par personne en Finlande était comparable à celle de la Hongrie et de la Yougoslavie. L'activité scientifique de la Macédoine, pays qui compte à peu près le même nombre d'habitants que la Slovénie, est presque dix fois inférieure. Bien que la Croatie possède 6 universités et 28 instituts de recherche répartis à peu près également dans les différentes régions, la productivité se concentre nettement autour d'une seule ville, Zagreb, qui rassemble environ un cinquième de la population.

Le potentiel de R & D de la Bosnie-Herzégovine et de l'ex-République yougoslave de Macédoine est modeste. En outre,

les indicateurs pour ces pays, comme ceux qui concernent la Serbie-et-Monténégro, ne sont pas suffisamment fiables pour que l'on puisse déterminer les domaines où ils sont les plus forts. Une comparaison avec des données plus anciennes sur la Yougoslavie et les données actuelles sur la Croatie et sur la Slovénie révèle que, dans toutes les disciplines de la science, la productivité scientifique totale dans chacun des quatre pays est inférieure à la moyenne mondiale. Cela ne signifie pas que tous les articles scientifiques sont inférieurs à cette moyenne – au contraire, un nombre appréciable la dépasse. Le « facteur d'impact » des articles publiés en Croatie, en Slovénie et dans d'autres pays entre 1997 et 2001 apparaît au tableau 10. On peut en déduire, par exemple, que la science croate est plus forte dans les sciences médicales et exactes et naturelles, et très faible dans les sciences sociales.

De 1992 à aujourd'hui, quelque 11 437 demandes de brevets ont été déposées en Croatie, dont 4 340 par des résidents croates et le reste par des non-résidents. Actuellement, il existe 1 780 brevets valides en Croatie, dont seulement 396 sont la propriété de résidents; sur ce nombre, 41 appartiennent à deux grandes entreprises, Pliva (29) et INA (12). Quatre entreprises pharmaceutiques transnationales possèdent un total de 193 brevets valides en Croatie.

Technologie de l'information et de la communication

Le nombre de téléphones mobiles et d'ordinateurs personnels augmente rapidement en Bosnie-Herzégovine, Croatie, ex-République yougoslave de Macédoine et Serbie-et-Monténégro. À titre d'exemple, en Croatie, on dénombrait 35 ordinateurs personnels pour 1 000 habitants en 1996, mais 90 en 2001; les chiffres correspondants étaient de 16 et 23 en Serbie-et-Monténégro.

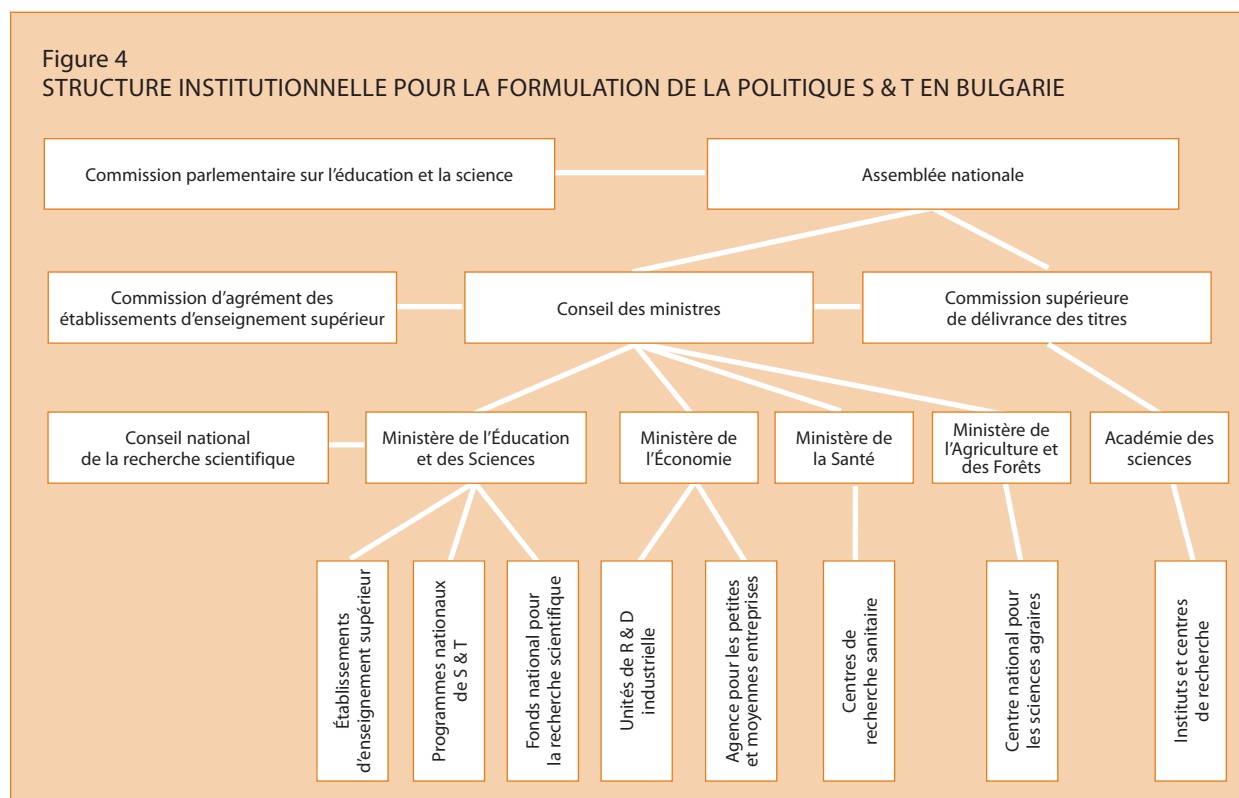
Les TIC entretiennent des liens étroits avec la R & D, l'éducation, l'économie, les services de santé et la sécurité nationale. Un environnement informatique réparti permettant le partage de ressources est désigné par le nom de « Grille ». (La GRID [Globalisation des ressources informatiques et des données] est un service de partage de la puissance informatique et de la capacité de stockage des données sur l'Internet, à la différence du Web, qui est un service de partage

de l'information sur l'Internet.) L'infrastructure actuelle des pays d'Europe du Sud-Est est dépourvue de la technologie adéquate. C'est la raison pour laquelle le projet SEE-GRID qui s'inscrit dans le sixième programme-cadre de l'UE (2003-2007), a pour objet d'apporter un appui aux pays de la région – depuis la Croatie jusqu'à la Turquie – pour leur donner des moyens de participer aux initiatives européennes et mondiales de développement de la Grille, et de réduire ainsi la fracture numérique. Le projet européen EGEE (Enabling Grids for E-Science in Europe) utilise des infrastructures fournies par le réseau paneuropéen de recherche et d'éducation à très haut débit GEANT (Gigabit European Academic Network) et par le Réseau de recherche et d'éducation d'Europe du Sud-Est (SEEREN).

Le projet CRO-GRID, parrainé par le ministère de la Science et de la Technologie croate, vise à permettre le calcul distribué dans l'ensemble du réseau de recherche et d'éducation en Croatie. Il est constitué de trois projets

interconnectés : CRO-GRID Infrastructure, visant à fournir tous les éléments d'infrastructure nécessaires à un calcul distribué à haute vitesse et de haut débit; CRO-GRID Middleware, logiciel médiateur (ou intergiciel) destiné à prendre en charge les fonctions d'organisation, de distribution, d'authentification, d'autorisation et de facturation des applications; CRO-GRID Applications, dans le cadre duquel seront développées des applications de la cyberscience à la vie réelle conçues pour apporter des solutions à des problèmes scientifiques et sociaux concrets en matière, par exemple, de recherche génétique et de biologie moléculaire. L'Institut Rudjer Boskovic, à Zagreb, est l'un des premiers promoteurs de CRO-GRID; ses activités englobent la technologie du métacalcul, les tests de performances en informatique répartie, le calcul à grande vitesse et à haut débit, les laboratoires virtuels (téléimmersion), la constitution d'un centre de cyberscience et l'exploration de données. À l'heure actuelle, les grappes d'ordinateurs personnels fonctionnant sous Linux reliés à la Grille mise

Figure 4
STRUCTURE INSTITUTIONNELLE POUR LA FORMULATION DE LA POLITIQUE S & T EN BULGARIE



en place sur le site de l'Institut atteignent une puissance de traitement globale de 180 GHz.

Au cours de la dernière décennie, divers réseaux de recherche ont vu le jour dans la région, dont certains stagnent depuis leur fondation. Les réseaux nationaux de recherche et d'éducation (NREN) de la Slovénie, de la Croatie, de la Grèce et de la Hongrie font partie de ceux qui sont le plus développés.

En septembre 1991, le ministère des Sciences et des Technologies croate a créé un réseau universitaire et de recherche (Croatian Academic and Research Network, CARNet). Un an plus tard, la première liaison Internet internationale a été établie, permettant à la Croatie d'accéder à l'Internet. Aujourd'hui, ce sont 176 institutions, réparties sur 263 sites dans 31 villes de Croatie, qui sont connectées par l'intermédiaire de CARNet. Toutes les institutions scientifiques et d'enseignement supérieur croates bénéficient de connexions d'une vitesse de transmission de 2 Mbits/s ou davantage. La capacité de la liaison entre CARNet et le monde extérieur est de 1,2 Gbits/s.

Les réseaux de recherche sont beaucoup moins développés en Bosnie-Herzégovine, en ex-République yougoslave

de Macédoine et en Serbie-et-Monténégro. En Bosnie-Herzégovine, le réseau universitaire et de recherche BIHARNet a été établi avec l'aide du réseau universitaire et de recherche slovène ARNES, mais reste embryonnaire.

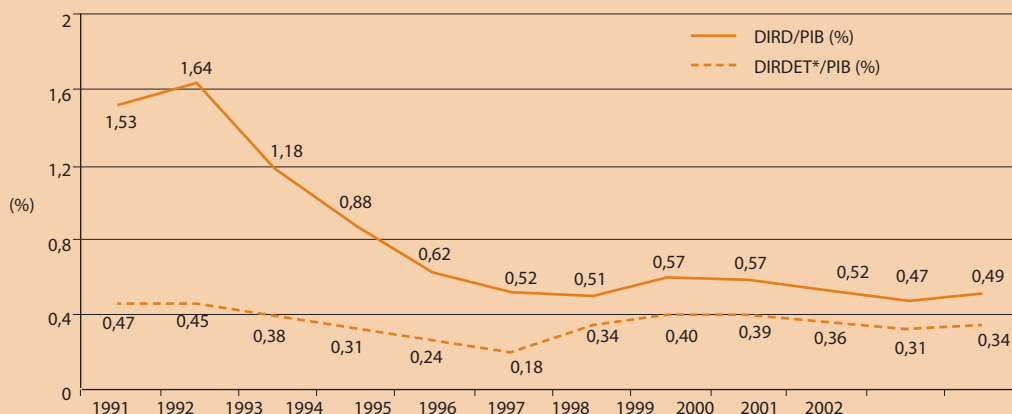
Le réseau national AMREJ reçoit l'appui du ministère des Sciences, des Technologies et du Développement de Serbie-et-Monténégro. Dans ce pays, la connectabilité repose sur un réseau en étoile; au nœud formé par le Centre de calcul de l'Université de Belgrade, sont connectés les centres suivants : Université de Novi Sad, Université de Nis, Université du Monténégro et Université de Kragujevac (2 Mbits/s). Au plan international, l'AMREJ est relié au réseau grec (GRNet) avec un débit de 2 Mbits/s.

Le réseau universitaire et de recherche de l'ex-République yougoslave de Macédoine (MARNet), à l'Université Saints Cyrille et Methode de Skopje, est devenu opérationnel dans le cadre du programme scientifique de l'OTAN et de GRNet en juin 1995, avec une capacité de 64 Kbits/s.

BULGARIE

La mise en œuvre des réformes économiques et politiques entamées en Bulgarie en 1990 a été retardée tout au long de

Figure 5
CONTRIBUTION DES POUVOIRS PUBLICS A LA DIRD EN BULGARIE, 1990-2002



* DIRDET : dépenses intra-muros de R & D du secteur de l'État.

Source : base de données de l'Institut national de statistique pour les années visées.

la décennie par l'instabilité politique, sept gouvernements et cinq parlements s'étant succédé entre 1990 et 1997, d'où une certaine discontinuité dans l'application des mesures économiques et législatives. Les réformes intéressant la R & D en ont elles aussi pâti.

C'est en 1999 que la situation de la S & T a commencé à s'améliorer. La Bulgarie est entrée dans une nouvelle phase de réformes avec la mise en place de la Caisse d'émission, qui a apporté une stabilité à la fois financière et politique. Cependant, le facteur le plus important a été l'élargissement de l'UE. En 1999, la Bulgarie a engagé des négociations pour en devenir membre et s'est donc mise en devoir de remplir les conditions requises, fait qui a eu des répercussions considérables sur le système de R & D du pays.

Institutions chargées de la politique de S & T

La première moitié des années 90 s'est caractérisée par l'absence de politique globale en matière de S & T et par l'instabilité

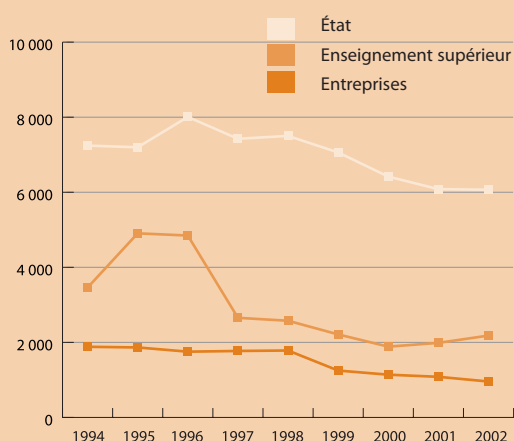
du cadre institutionnel. Les organes gouvernementaux responsables de la S & T ont connu des changements fréquents, qui n'ont pas aidé la science : le ministère des Sciences et de l'Éducation a d'abord fusionné, en 1994, avec le ministère de la Culture, puis, un an plus tard, un ministère de l'Éducation, des Sciences et des Technologies a vu le jour. Enfin, en 1997, ce dernier a été réorganisé pour devenir le ministère de l'Éducation et des Sciences et la responsabilité de la politique de l'État concernant la technologie a de nouveau été confiée au ministère de l'Économie.

Aux termes de la loi sur la promotion de la recherche scientifique (2003), c'est le ministère de l'Éducation et des Sciences qui est l'institution gouvernementale responsable des politiques de S & T, conformément à la Stratégie nationale pour la recherche adoptée par le Parlement. Le ministre de l'Éducation et des Sciences bénéficie du concours du Conseil national de la recherche scientifique pour la définition et l'application de la politique publique de recherche; le Conseil est présidé par le ministre, qui nomme ses 19 membres. Il participe à l'élaboration de la stratégie nationale, établit des rapports sur l'état d'avancement des connaissances et sur le développement des instituts de recherche et des établissements d'enseignement supérieur, et présente des analyses et des notes exposant sa position sur la coopération internationale et d'autres questions touchant la recherche.

Le Fonds national pour la recherche scientifique finance la R & D en faisant jouer la concurrence, conformément à la Stratégie nationale pour la recherche et aux programmes nationaux. Le Fonds reçoit une part des intérêts produits par les crédits bancaires accordés aux organismes de R & D chaque fois que ces crédits servent à mettre en œuvre des projets de recherche cadrant avec la stratégie nationale.

La politique de l'innovation et les activités de R & D exécutées dans le secteur des entreprises relèvent du ministère de l'Économie. La stratégie de recherche-développement est élaborée et mise en œuvre par d'autres ministères : le Centre national pour les sciences agraires, créé en 1999 après l'abolition de l'Académie d'agriculture, a été rattaché au ministère de l'Agriculture et des Forêts; quant aux 7 centres de recherche nationaux qui ont été établis avec mission de mener

Figure 6
CHERCHEURS (ETP) EN BULGARIE, 1994-2002

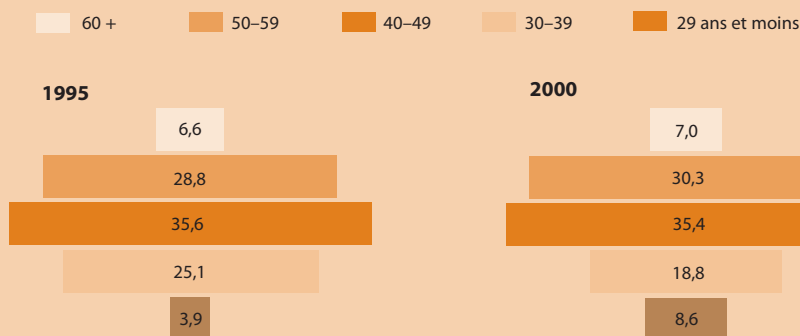


Note : la quatrième catégorie, celle du secteur privé sans but lucratif, est négligeable en Bulgarie. Elle n'employait que 23 chercheurs en 1994 et 18 en 2002, avec une pointe à 145 en 1996.

Source : base de données de l'Institut national de statistique pour 1996-2002.

Figure 7
PYRAMIDE DES ÂGES DES CHERCHEURS BULGARES, 1995 ET 2000

En %



Source : enquête quinquennale de l'Institut national de statistique bulgare.

des recherches médicales après la fermeture de l'Académie de médecine, ils relèvent du ministère de la Santé. Chacun des ministères concernés participe à la mise au point des décisions stratégiques relatives à la recherche appliquée.

En janvier 2003, le gouvernement a adopté 5 programmes nationaux prioritaires dans le domaine de la science et de la technologie. Chacun de ces programmes est mis en œuvre par deux ministères ou davantage, le ministère de l'Éducation et des Sciences étant responsable de la coordination. Ces 5 programmes sont les suivants : société de l'information ; génomique ; nanotechnologies et nouveaux matériaux ; la société bulgare au sein de l'Europe et du monde ; recherche spatiale, science et société, développement durable, changement planétaire et écosystèmes.

Financement de la R & D

Il ne semble pas que la Bulgarie ait beaucoup de chances d'atteindre d'ici à 2010 l'objectif de Barcelone, fixé par l'UE, d'un ratio DIRD/PIB de 3 % pour les États membres. Depuis les premières transformations apportées au système scientifique et technologique national, la DIRD est tombée en Bulgarie de 2,38 % (en 1988) à seulement 0,49 % du PIB (figure 5). Les crédits qui y sont affectés sont négligeables. L'UE, pour sa

part, consacre d'ores et déjà en moyenne 1,8 % de son PIB à la R & D (voir p. 91).

Selon EUROSTAT, les dépenses intérieures de R & D du secteur des entreprises (DIRDE) ne représentaient en 1998 que 18,6 % du total de la DIRD. Ce chiffre était même inférieur au niveau de la DIRDE en Bulgarie dans les années 80.

Si l'on veut que la base de connaissances sur laquelle repose l'industrie s'élargisse et qu'une politique d'innovation soit mise en place, il faudra que la proposition de la DIRDE augmente. Or il semble que l'on en soit sur le chemin puisque, en 2001, la DIRDE représentait 24,4 % des dépenses totales. Pour leur part, les dépenses du secteur public ont diminué pendant la même période, passant de 76,2 % à 62,2 % de la DIRD en 2001.

Ressources humaines

En 1992, les effectifs du personnel de R & D n'étaient plus que 55 % de ce qu'ils étaient au moment du lancement des réformes, deux années seulement auparavant. Le nombre de scientifiques a diminué de 14 % entre 1998 et 2002, les effectifs des chercheurs ou l'équivalent temps plein (ETP) allant jusqu'à chuter de 23 % au cours de la même période – de 12 108 à 9 223 (figure 6). En 2001, il y avait 2,68 chercheurs ETP pour 1 000 actifs, ce qui représentait une diminution annuelle

Tableau 11
ÉCHANGES DE PRODUITS DE HAUTE TECHNOLOGIE DE LA BULGARIE, 2000

Exportations de haute technologie			Importations de haute technologie			Solde (milliards d'euros)
Montant (milliards d'euros)	En % du total des exportations	Taux moyen annuel de croissance 1996-2001 (%)	Montant (milliards d'euros)	En % du total des importations	Taux moyen annuel de croissance 1996-2001 (%)	
0.1	1.6	1.6	0.6	8.3	22.3	-0.5

Source : Statistiques en bref, Science et technologie, thème 9 - 2/2004, p. 3.

moyenne de 3 % depuis 1996. Le peu de prestige social dont jouissent les chercheurs en Bulgarie apparaît dans les dépenses de R & D par chercheur ETP, qui, en 2001, étaient parmi les plus faibles de l'actuelle Union européenne des vingt-cinq (8 000 euros en valeur courante).

La situation est meilleure s'agissant des femmes chercheurs. Si l'on dénombre les effectifs, on s'aperçoit que les femmes représentaient 45,5 % de l'ensemble des chercheurs bulgares en 2001, ce qui place le pays au rang des meilleurs parmi les 25 membres de l'UE, après la Lettonie, la Lituanie et le Portugal. Ce qui est moins positif, c'est la diminution du nombre de femmes employées dans la R & D de 1998 à 2001, tendance qui ne va pas dans le sens de la politique de l'UE.

Le nombre de doctorants a augmenté de plus de 250 %, passant à 3 585, entre 1995 et 2001, et le nombre d'étudiants en licence et en maîtrise a quadruplé. Cette évolution positive est limitée par une baisse annuelle moyenne des doctorats en sciences et ingénierie de l'ordre de 2,5 % entre 1998 et 2001. Le nombre de doctorats pour 1 000 habitants âgés de 25 à 34 ans n'était que de 0,11 en 2001.

Le vieillissement des chercheurs constitue un des problèmes les plus épineux pour les politiques des ressources humaines. Le départ de jeunes chercheurs vers d'autres professions et à l'étranger a créé un déséquilibre dans la structure des organismes de R & D. Toutefois, à en juger d'après la dernière enquête quinquennale menée par l'Institut national de statistique, la carrière dans la recherche est en train de redevenir une perspective plus attrayante pour les jeunes (figure 7). Cette image est cependant quelque peu ternie par la diminution de 5,1 % des diplômés en sciences et technologie chaque année entre 1998 et 2001.

Exécution de la R & D

En 2002, il y avait 361 unités exécutant des travaux de R & D en Bulgarie, dont 26,6 % dans le secteur des entreprises, 44 % dans le secteur public et 27,4 % dans l'enseignement supérieur. Le reste appartenait au secteur sans but lucratif. Le nombre total d'instituts de R & D a diminué de 19,2 % entre 1998 et 2002. Sur 99 unités de R & D de l'enseignement supérieur, 42 sont situées dans des universités, dont 3 universités privées homologuées par l'Agence nationale d'agrément.

Dans le secteur public, la majorité des unités de R & D relèvent de l'Académie bulgare des sciences et de l'Académie d'agriculture. Si l'Académie bulgare des sciences n'a perdu entre 1998 et 2002 qu'une de ses 75 unités, les unités de R & D administrées par l'Académie d'agriculture (désormais Centre national des sciences agraires) ont considérablement diminué en nombre, passant de 76 à 28.

Dix-huit établissements publics mènent des activités de R & D pour les différents ministères et organismes d'État dont ils relèvent. Ces activités de R & D sont liées aux fonctions propres aux ministères : politique étrangère, politique de sécurité, technologies de l'information, culture, problèmes environnementaux, énergie, etc.

Académie bulgare des sciences

Fondée en 1869, l'Académie bulgare des sciences était au départ une société savante. En cent trente-cinq ans d'histoire, les membres de l'Académie ont mis à leur actif des réalisations, reconnues sur le plan international, dans des disciplines comme les mathématiques, la chimie physique, la chimie atomique et les sciences de la vie, ainsi que dans des domaines de la recherche appliquée comme la science des matériaux

et la géophysique. La loi de 1991 sur l'Académie bulgare des sciences a confirmé son statut de centre de recherche national, et ses 74 unités bénéficient dorénavant d'une grande autonomie. Entre 1990 et 2003, les effectifs ont été réduits de 6 648 personnes (44,8 %), parmi lesquelles 1 447 chercheurs (28,8 %). Dernièrement, l'Académie a opté pour de nouveaux créneaux en privilégiant la recherche appliquée par rapport aux sciences fondamentales. L'Académie bulgare des sciences joue un rôle unique à l'échelle de tout le pays dans des domaines comme la météorologie et les pronostics géomagnétiques.

L'Académie est associée à l'enseignement supérieur à tous les niveaux, sur la base d'accords avec les universités. Elle a également reçu un agrément l'autorisant à superviser les travaux de doctorants. Le Centre d'éducation a été créé à cette fin; il est également chargé de coordonner, de suivre et de gérer l'enseignement des instituts de l'Académie.

L'Académie abrite 4 des 5 centres bulgares d'excellence constitués dans le cadre du programme INCO 2 de l'Union européenne (voir p. 140). Le cinquième centre d'excellence, consacré aux études d'agrobiologie, a été mis en place par le Centre national de sciences agraires, lui-même créé en 1999.

Le Centre national de sciences agraires (ex-Académie d'agriculture) est rattaché au ministère de l'Agriculture et des Forêts. Il gère 28 instituts de recherche, des centres de formation du personnel et d'information scientifique et technique, ainsi que le Musée national de l'agriculture.

Production de R & D

La part des auteurs bulgares dans les publications internationales s'est stabilisée à quelque 0,2 % des publications qui figurent dans la base de données du *Science Citation Index* (SCI) : en 1990, 1 407 publications bulgares avaient été citées. Huit ans plus tard, le chiffre restait comparable, mais il a chuté en 2001. Cette diminution a pour cause l'émigration de chercheurs féconds et la disparition de la seule revue bulgare qui figurait sur la liste utilisée par l'Institute for Scientific Information (ISI) de Philadelphie (États-Unis d'Amérique). Le redressement semble avoir commencé en 2003, où 1 420 publications bulgares ont été citées dans la base de données de l'ISI.

Depuis 1990, les scientifiques bulgares tendent à publier en collaboration avec des scientifiques de pays comme l'Allemagne, les États-Unis d'Amérique, la France et l'Italie, au détriment de la Russie. La Russie n'est plus le partenaire principal et occupe désormais le cinquième rang. La géographie des publications conjointes s'étend aujourd'hui à de nouveaux partenaires tels que l'Inde, la République de Corée, le Japon, le Canada et l'Australie. Plus de 60 % des publications internationales dont les coauteurs sont bulgares sont à mettre au compte de l'Académie bulgare des sciences.

Les domaines de recherche dans lesquels s'est spécialisée la Bulgarie concernent des disciplines comme la physique appliquée, la chimie physique, la science des matériaux et la chimie organique. La place de la Bulgarie dans les collaborations internationales a augmenté en biologie, physique, chimie et sciences de la Terre.

Les dépôts de brevets ont chuté au cours des dix dernières années. Entre 1985 et 1989, on comptait chaque année en moyenne 16,4 demandes de brevets déposées à l'Office européen de brevets (OEB); ce chiffre est passé à 7,2 entre 1990 et 1994. L'Office des brevets des États-Unis d'Amérique (US Patent and Trademark Office, USPTO) a délivré 27 brevets bulgares en 1990 et 1 seulement en 1995. Il y a toutefois une lueur d'espoir puisque les demandes de brevets déposées auprès de l'OEB ont été de 1 pour 1 million d'habitants en 2000, ce qui traduit une augmentation de 5,7 % entre 1995 et 2000. Moins encourageante est la production d'innovations engendrée par la R & D si l'on prend pour mesure la balance commerciale des produits de haute technologie, négative en 2000 (tableau 11).

Perspectives de la nouvelle Stratégie d'innovation

L'évolution à venir de la science et de la technologie a été dessinée dans deux documents récents : la *Stratégie d'innovation de la République de Bulgarie*, adoptée par le ministère de l'Économie en 2004, et la *Stratégie nationale pour la science*, élaborée par le ministère de l'Éducation et des Sciences. Dans le premier de ces documents, l'État s'engage fermement à renforcer la R & D avant 2013, compte tenu des forces et des faiblesses du système national d'innovation. Le plan de financement de cette stratégie d'innovation décennale prévoit

une augmentation des crédits, qui fera passer le ratio bulgare DIRD/PIB de 0,49 % en 2002 à 1,15 % en 2013, et la DIRDE de 0,11 % à 0,32 % du PIB.

Cette stratégie prévoit dix actions. Quatre sont des mesures financières portant sur l'établissement de deux fonds distincts, sur la mise en place d'une réserve spéciale pour la création d'emplois de jeunes spécialistes dans les petites et moyennes entreprises et – dernier point mais non le moindre – sur l'apport d'un soutien aux centres d'excellence nouveaux ou existants. Les mesures non financières envisagent une évaluation des organismes de R & D destinée à optimiser des activités scientifiques et techniques encore fragmentées.

ROUMANIE

La réforme du système scientifique roumain suit dans l'ensemble le même modèle que celle des autres pays d'Europe centrale et orientale. La politique de S & T a repris de la vigueur depuis 2001, lorsque la Roumanie a été invitée à négocier son adhésion à l'Union européenne et a adopté un certain

nombre de documents d'orientation. Ces tendances illustrent l'acceptation par le pays de l'acquis communautaire dans le domaine de la science et de la recherche, lequel coïncide avec la réorganisation stratégique d'un certain nombre d'organismes gouvernementaux qui encadrent la S & T.

La Roumanie s'est fixé six objectifs stratégiques dans le domaine de la S & T : renforcer l'impact économique et social de la R & D dans le secteur public ; accroître le montant des fonds publics et privés affectés à la R & D et à l'innovation ; mener à bien les réformes institutionnelles ; renforcer l'infrastructure de R & D ; stimuler la R & D des entreprises ; et intégrer la R & D roumaine dans l'Espace européen de la recherche.

Institutions nationales chargées de la politique de S & T

Le ministère de l'Éducation nationale et l'Agence nationale pour la science, la technologie et l'innovation ont fusionné en 2001 pour former le ministère de l'Éducation et de la Recherche, qui

Figure 8
STRUCTURE INSTITUTIONNELLE POUR LA FORMULATION DE LA POLITIQUE DE S & T EN ROUMANIE

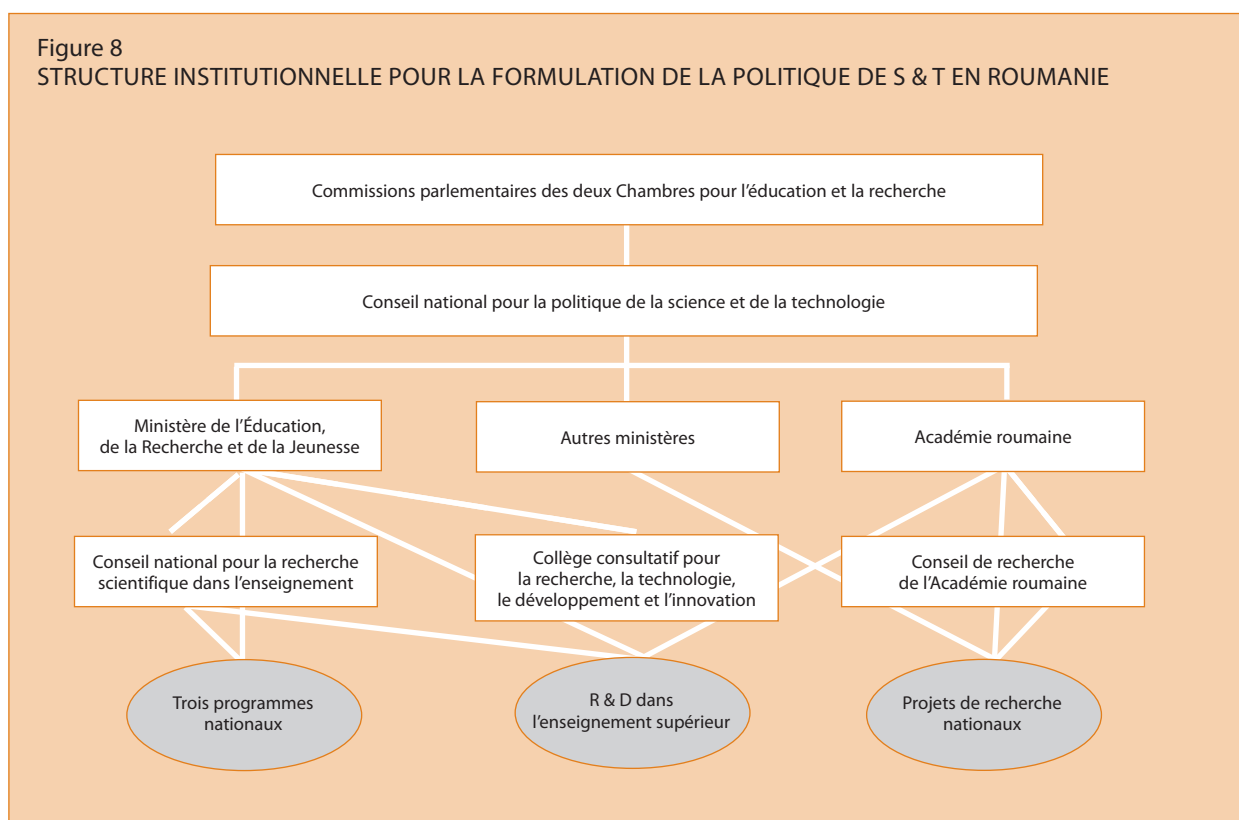
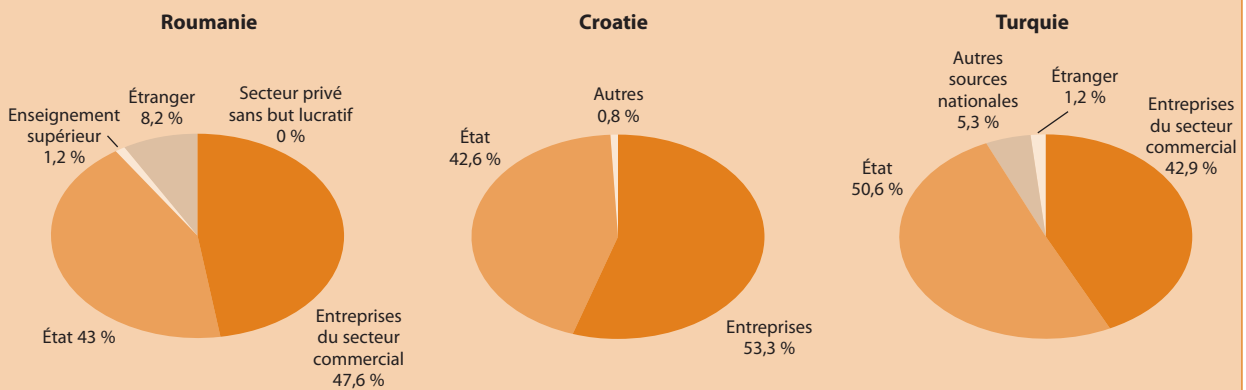


Figure 9
DIRD EN EUROPE DU SUD-EST PAR SOURCE DE FONDS, 2001
Dans quelques pays



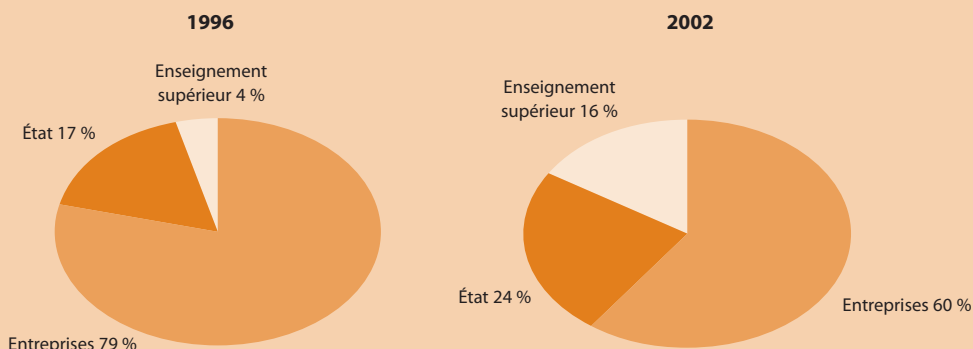
Sources : pour la Croatie, Institut de statistique de l'UNESCO ; pour la Roumanie et la Turquie, Commission européenne (2004), Chiffres clés 2003-2004.

est lui-même devenu le ministère de l'Éducation, de la Recherche et de la Jeunesse deux ans plus tard. Ce dernier a pour mission d'élaborer, d'appliquer, de contrôler et d'évaluer les politiques de recherche, de développement et d'innovation. Le ministère distribue 71 % du montant total des fonds que le pays consacre à la R & D par le canal de trois programmes natio-

naux : le Plan national de R & D, mis à jour en 2001 et prolongé jusqu'en 2005 (55 % du financement total du ministère); le programme Horizon 2000, prolongé jusqu'en 2002 (40 %); et le Programme de subventions à la recherche scientifique (5 %).

Les derniers développements dans le domaine de la science sont le fruit de deux lois, la loi sur la recherche

Figure 10
DIRD EN ROUMANIE PAR SECTEUR D'ACTIVITÉ, 1996 ET 2002



Source : OCDE (2003), Principaux Indicateurs de la science et de la technologie, Paris, OCDE.

scientifique et le développement technologique et la loi sur le statut du personnel de recherche-développement, toutes deux adoptées en 2002.

Le principal organisme gouvernemental en la matière est le Conseil national pour la science et la technologie (CISTI). Il arrête les priorités stratégiques de la S & T et définit la politique nationale de R & D. Diverses institutions importantes ont été créées dans le cadre de la nouvelle politique de recherche-développement : le Centre national pour la gestion du programme, qui relève du ministère de l'Éducation; le Conseil national pour l'homologation de la recherche, mécanisme centralisé responsable des instituts de recherche du pays et de l'évaluation de leur personnel et, enfin et surtout, la Société d'investissement pour le transfert de technologies, organisation chargée de prendre les risques inhérents à la commercialisation des applications de la recherche en matière de produits comme de services.

Le tableau ne serait pas complet si nous ne citons pas l'Académie roumaine, organisme déjà ancien qui effectue le gros de la recherche fondamentale et appliquée du pays. L'Académie gère 68 instituts de recherche-développement qui travaillent dans les domaines des sciences exactes et naturelles et des mathématiques, de la technologie, des sciences de la vie, des sciences sociales et humaines. Sur un effectif total d'environ 4 000 personnes, l'Académie compte 2 600 chercheurs, dont près de 2 000 chercheurs certifiés. Ses dépenses de R & D représentent 18 % de la DIRD. L'Académie roumaine coordonne deux programmes nationaux : les projets de recherche prioritaire et fondamentale et le Programme de subventions à la recherche scientifique mentionné plus haut.

Exécution de la R & D

En 2002, il existait en Roumanie près de 590 unités exécutant des travaux de recherche-développement : 34 instituts nationaux de R & D, dont 18 relevaient du ministère de l'Éducation, de la Recherche et de la Jeunesse et les autres de sept autres ministères, 227 établissements publics relevant du ministère de l'Académie roumaine et de l'Académie des sciences agricoles et forestières; 15 instituts de R & D opérant sur la base d'un décret gouvernemental de 1991, qui étaient en cours de

réorganisation en 2004, et 310 sociétés par actions, publiques ou privées, dont la recherche-développement était la principale activité.

Le secteur de la recherche industrielle appliquée a été restructuré. De 1995 à 2000, les unités de R & D industrielles ont connu des changements de mains qui ont entraîné un essor du secteur privé : le nombre d'unités privées est passé de 64 sur 454 (14 %) à 201 sur 439 (46 %). En 1999, le secteur privé employait 18,6 % des effectifs totaux de personnel de R & D.

Le secteur universitaire comprend 49 institutions d'État et 68 institutions privées, dont 18 sont des universités agréées.

Financement de la R & D

Comme dans tous les pays de la région, la DIRD a considérablement diminué en Roumanie. En 2001, le pays a investi 176,5 millions d'euros dans ce domaine, soit l'équivalent de 0,39 % du PIB. Pendant la période 1997-2001, ses investissements ont diminué en moyenne de 9,2 % par an. Les crédits budgétaires de l'État alloués à la R & D, qui ont diminué de 0,6 % par an entre 1997 et 2003, ne représentaient que 0,17 % du total de la DIRD en 2003, soit un montant dérisoire.

Comme en Bulgarie, la DIRD a reculé en chiffres absolus, alors même que les entreprises jouent un rôle accru dans le financement de la R & D (figure 10) : les petites et moyennes entreprises ont exécuté près de la moitié de toutes les activités de recherche-développement financées par des crédits publics en 2001 (47,6 %), contre 42 % cinq ans auparavant. Pendant la même période, le financement étranger a augmenté pour représenter 8,2 % de la DIRD, contre 2,6 % seulement en 1996, et la part de l'État est tombée de 54,9 % à environ 43 % (Eurostat, 2000).

Ressources humaines de la R & D

Les effectifs de la R & D ont considérablement diminué en Roumanie depuis le début du processus de réforme il y a une dizaine d'années. La raison en est le déclin économique du pays depuis la fin de la guerre froide en 1989 et le manque de moyens pour financer la recherche-développement dans les secteurs public et privé.

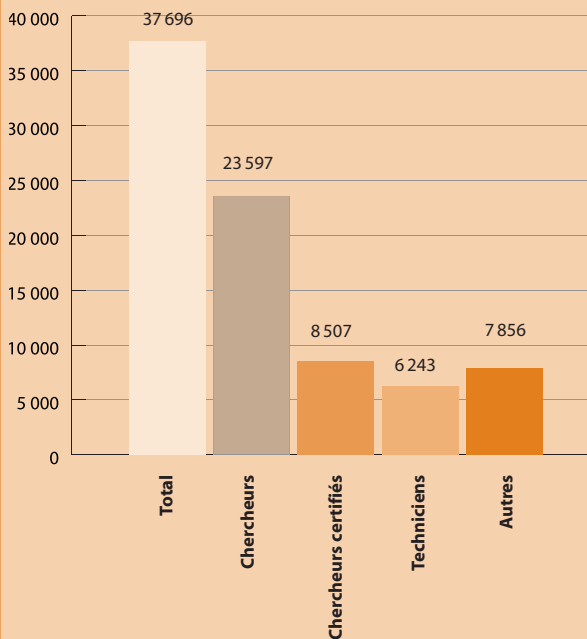
Aujourd'hui, le personnel employé dans des activités de S & T représente 18 % de la population active âgée de 25 à 64 ans. Entre 1996 et 2001, les effectifs du personnel de R & D (EPT) ont chuté de 45,5 %, passant de 59 907 à 32 639 personnes. Cette diminution s'explique par des départs volontaires dus à la faiblesse des salaires, les incertitudes entourant la carrière, l'émigration et l'absence de politique de recrutement efficace, ainsi que par des licenciements, si bien qu'il n'y avait plus en 2001 que 1,71 chercheur (EPT) pour 1 000 personnes exerçant un emploi. La proportion du personnel de R & D a également diminué dans le secteur des entreprises, tombant de 71 à 61 %. Rien n'indique une inversion de cette tendance : une nouvelle diminution de 11 % a été enregistrée en 2002-2003. La figure 11 illustre la structure du personnel de R & D, et la figure 12 la participation des femmes à cette activité.

L'offre de ressources humaines de R & D est illustrée par le nombre d'étudiants dans l'enseignement supérieur et de nouveaux diplômés de l'université. En Roumanie, le nombre des premiers a augmenté de 13,9 % par an et celui des seconds de 1,3 % entre 1998 et 2001.

Performance de la R & D

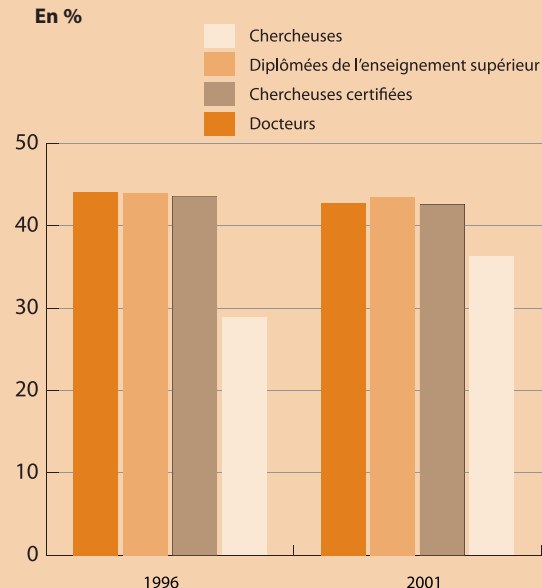
En dépit de la situation difficile de la R & D en Roumanie, les dernières années ont été marquées par une évolution positive en termes de production. En 2002, il y avait 84 publications scientifiques par million d'habitants, soit une augmentation de 5 % par rapport à 1995. Dans le domaine des brevets, la situation est plus complexe : le nombre de demandes de brevet déposées auprès de l'Office européen des brevets (OEB) est passé de 2 en 1990 à 17 en 2002, mais il est retombé à 4 en 2003 (dont la moitié a été acceptée) selon le rapport annuel de l'OEB. Pour ce qui est du nombre de demandes de brevets par million d'habitants, les chiffres sont analogues pour l'OEB (0,3 demande en 2000) et pour l'Office des brevets des États-

Figure 11
STRUCTURE DU PERSONNEL DE R & D
EN ROUMANIE, 2002
En chiffres absolus



Source : Institut national de statistique, *Bulletin statistique 1/2002*.

Figure 12
PART DES FEMMES DANS LA R & D
EN ROUMANIE, 1996 ET 2001
En %



Source : Institut national de statistique, *Bulletin statistique 1/2002*.

Unis d'Amérique (USPTO) (0,2 en 2002). En 2001, les exportations de produits de haute technologie ont rapporté 0,6 milliard d'euros à la Roumanie, soit 5 % des recettes totales provenant des exportations. Les exportations de haute technologie ont augmenté de 29,01 % par an de 1996 à 2001, soit pour cette dernière année une part du marché mondial de 0,05 %. Les produits pharmaceutiques et les produits chimiques constituaient l'essentiel de cette catégorie d'exportations.

ALBANIE

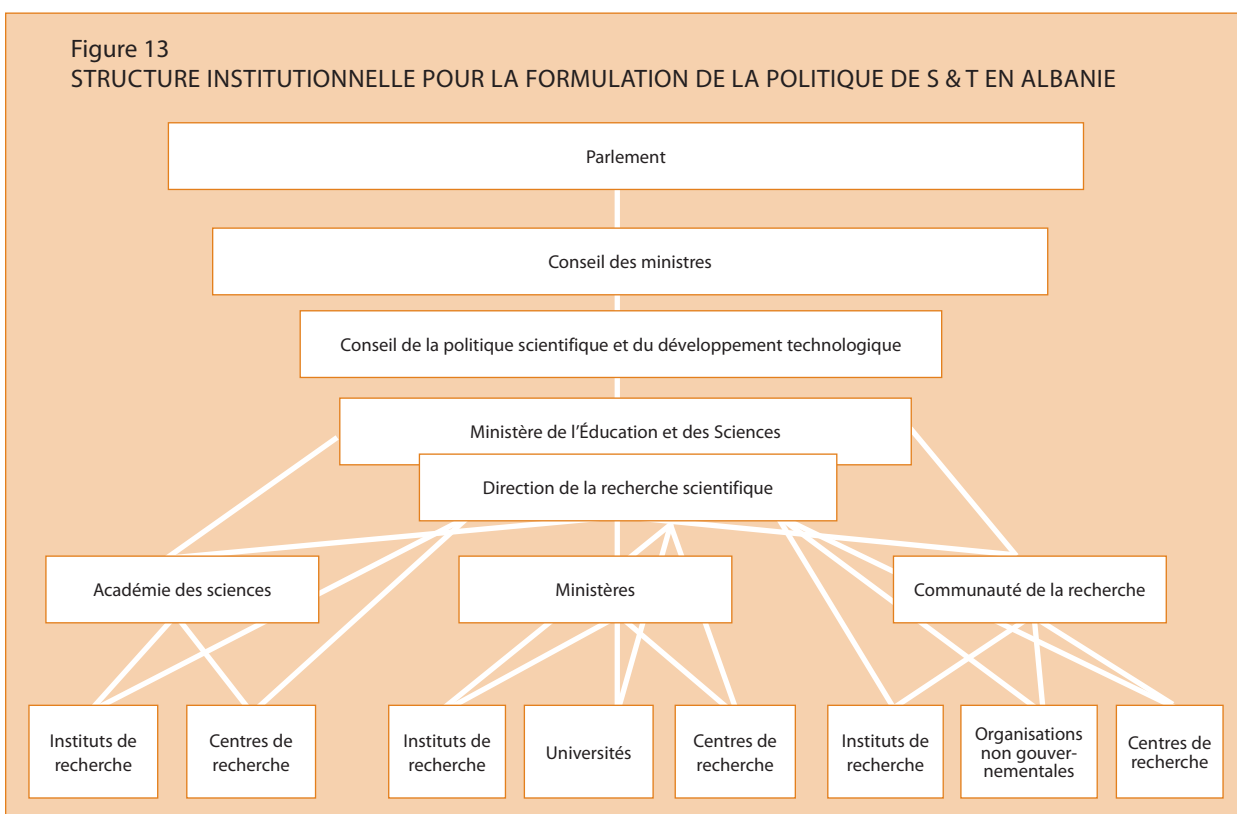
Institutions et législation dans le domaine de la S & T

Au milieu des années 90, le gouvernement albanais a demandé à l'UNESCO de l'aider à mettre en place un système scientifique et technologique efficace permettant au pays de s'intégrer dans l'économie mondiale. L'UNESCO était priée de donner un avis sur quatre points : la formulation d'une politique scientifique et technologique nationale, les relations internationales dans le domaine des sciences et de la technologie, les

statistiques des sciences et de la technologie et l'élaboration d'un budget scientifique pour le gouvernement. Cet effort a fourni la matière d'un rapport adressé au ministère albanais de l'Éducation et des Sciences et financé conjointement par l'UNESCO et le PNUD (*The Development of Albanian S & T Policy*, août 1996).

Les fonctions et relations des institutions chargées de mettre en œuvre la politique scientifique et technologique albanaise sont définies par deux grandes lois : la loi de 1999 sur l'enseignement supérieur en République d'Albanie et la loi de 1994 sur la politique scientifique et le développement technologique. Cette dernière dispose que « les activités scientifiques et technologiques sont une priorité nationale » (article 3). Les institutions chargées d'élaborer et d'appliquer la politique albanaise de la S & T sont désignées dans la loi et, conformément à leurs fonctions, forment une structure à trois niveaux : politique, stratégique et opérationnel (figure 13).

Figure 13
STRUCTURE INSTITUTIONNELLE POUR LA FORMULATION DE LA POLITIQUE DE S & T EN ALBANIE



Si c'est le Parlement qui approuve les lois relatives au fonctionnement du système scientifique et technologique, ainsi que le budget et les crédits de la R & D et de l'enseignement supérieur, la loi sur la politique scientifique et le développement technologique stipule que c'est au gouvernement qu'il appartient de « créer les conditions juridiques et institutionnelles de l'exercice des activités scientifiques et technologiques et [de] soutenir les activités des institutions publiques compétentes et de leur personnel ». C'est donc le gouvernement qui désigne les domaines de recherche prioritaires, qui approuve le budget des programmes nationaux de R & D et qui décide de la création ou de la fermeture d'instituts de R & D publics.

Les membres du Conseil de la politique scientifique et du développement technologique (CSPTD) sont nommés par le Conseil des ministres. Le CSPTD rassemble des ministres et des directeurs d'organismes centraux ainsi que des scientifiques de renom. Il ne doit pas compter plus de 15 membres. Il approuve l'orientation et les priorités de la politique de S & T ainsi que des programmes de R & D. Il fait des recommandations et des propositions sur des projets de loi et des décisions relatives aux activités scientifiques et technologiques et aux domaines de recherche prioritaires.

Le ministère de l'Éducation et des Sciences a deux fonctions : il définit la politique de la science et de la technologie et joue un rôle de coordination. Il est responsable de l'administration des programmes scientifiques et technologiques nationaux financés par le Programme d'investissement public. À ce titre, il appuie les programmes scientifiques et technologiques d'autres ministères, établit les documents d'orientation de la politique nationale de la science et de la technologie, et prépare le budget d'ensemble des programmes de R & D.

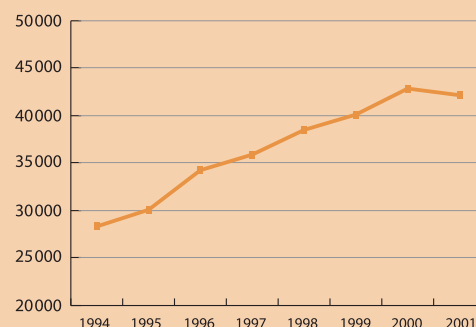
Tableau 12
PROGRAMMES DE R & D EN ALBANIE, 1998-2001

Programme	Organe responsable	Instituts de R & D affiliés
1 Agriculture et alimentation	Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation	14
2 Albanologie	Académie des sciences	13
3 Ressources naturelles		
4 Géologie, extraction minière et transformation	Ministère de l'Économie publique et de la Privatisation	12
5 Systèmes et technologie d'information	Ministère de l'Éducation et des Sciences	2
6 Biotechnologie et biodiversité		

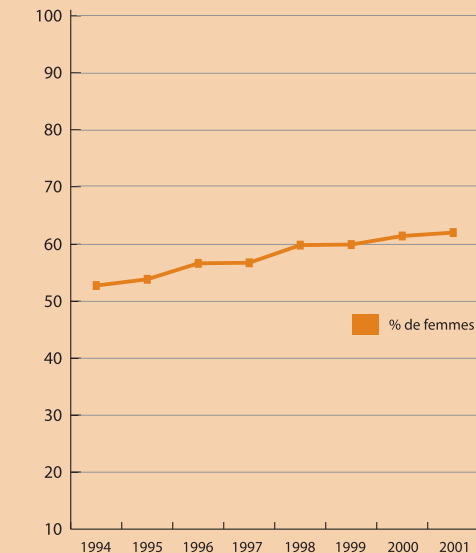
Source : www.mash.gov.al/ministria_eng/kerkimi_shkencor/programme2000.html ; www.mash.gov.al/ministria_eng/kerkimi_shkencor/institute_gendra.html.

Figure 14
EFFECTIFS INSCRITS DANS LES UNIVERSITÉS EN ALBANIE, 1994-2001

En chiffres absolus



Par sexe (%)



Source : Institut albanais de statistique (INSTAT).

Les ministères et l'Académie des sciences élaborent des documents sectoriels sur la politique scientifique et technologique, administrent le budget des programmes nationaux de R & D et approuvent le financement de leurs instituts respectifs. Les divers instituts scientifiques relèvent d'un organisme central : l'Académie des sciences. Celle-ci est chargée de conduire la recherche scientifique, d'aider à ouvrir de nouveaux champs d'investigation scientifique, de porter à l'attention des autorités publiques compétentes des questions importantes concernant la situation de la R & D et, enfin et surtout, de contribuer à l'intégration de la science albanaise dans la science mondiale.

Mécanismes institutionnels de la R & D

L'article 9 de la loi sur la politique scientifique et le développement technologique dispose que les objectifs de la politique nationale de la science et de la technologie doivent être atteints par le biais de programmes nationaux de R & D. Ces programmes définissent les objectifs de R & D dans les domaines correspondants, ainsi que les institutions et équipes scientifiques chargées de réaliser les projets (y compris les éventuels partenaires étrangers), les améliorations à apporter à l'infrastructure, les sources de financement budgétaires (et, dans certains cas, extrabudgétaires), les résultats escomptés et les délais à respecter.

Les activités de R & D sont financées sur le budget de l'État selon deux modes complémentaires : en fonction des institutions et en fonction des programmes nationaux de R & D. Le financement « institutionnel » est attribué directement aux organismes centraux pour leur permettre de soutenir les activités de R & D des institutions qui relèvent d'eux. Le financement destiné aux programmes prend la forme de crédits budgétaires publics affectés aux programmes de R & D et directement versés aux organisations qui les gèrent, ainsi que de crédits versés au ministère de l'Éducation et des Sciences pour le financement de divers projets dans le cadre d'appels à la concurrence respectant des procédures standard bien définies. Les programmes nationaux de recherche-développement ont pour rôle de permettre le financement sur fonds publics d'initiatives de R & D « partant de la base ».

Les projets menés dans le cadre des programmes nationaux de R & D présentent certains inconvénients, du fait notamment que les fonds sont toujours alloués en fin d'exercice budgétaire, ce qui rend difficile la gestion des projets. Les programmes nationaux de R & D offrent également peu de possibilités de rémunérer les collaborateurs internes.

Lors du premier cycle (1995-1998), 12 programmes nationaux ont été approuvés par le CSPTD. Pendant le cycle quadriennal suivant, la liste a été réduite de moitié (tableau 12). Les 6 programmes définis pour la période 1998-2001 sont toujours en cours parce que le financement a été interrompu en 2001. Les instituts de l'Académie des sciences sont associés à tous les programmes, sauf à celui qui concerne l'agriculture et l'alimentation.

Les instituts qui participent à des activités de R & D sont rattachés à l'Académie des sciences ou à l'un des ministères. Près de 85 % des 46 instituts de recherche d'Albanie sont affiliés à trois organismes seulement. Ne figurent pas dans le tableau 12 le ministère de la Santé (un institut), le ministère de la Culture, de la Jeunesse et des Sports (deux instituts) et le ministère de la Construction (deux instituts).

Académie des sciences

L'Académie des sciences a été fondée en 1972 en tant qu'organisme autonome financé sur le budget de l'État. C'est l'institution scientifique la plus prestigieuse d'Albanie. Elle rassemble d'éminents scientifiques albanais (les académiciens) et 13 instituts et centres de recherche employant près de 250 chercheurs. Les instituts sont regroupés en deux sections. La Section des sciences exactes et naturelles et des techniques recouvre la recherche hydraulique, la physique nucléaire, l'informatique et les mathématiques appliquées, la sismologie, la recherche biologique, les études géographiques et l'hydrométéorologie. La Section d'albanologie s'occupe essentiellement d'archéologie, de linguistique et de littérature, d'études d'art, d'histoire et de culture populaire. Un institut est consacré à l'établissement du dictionnaire encyclopédique albanais.

L'Académie abrite deux grandes bibliothèques : la Bibliothèque de l'Académie des sciences et la Bibliothèque d'histoire et de linguistique. L'autonomie administrative des

instituts et centres de recherche leur permet de participer plus facilement à des projets nationaux et internationaux.

Une part considérable des chercheurs de l'Académie enseigne à temps partiel à l'université. En dehors de la R & D, certains instituts accueillent un total de 80 étudiants qui y reçoivent une formation pratique et spécialisée.

Système de R & D

Le rapport que l'UNESCO et le PNUD ont établi pour le gouvernement albanais (UNESCO, 1996) constatait que, « si nombre d'instituts albanais gérés par des ministères se considèrent comme instituts de recherche, il semble toutefois que l'essentiel de leurs activités se limite à des services scientifiques et techniques. Le système national albanais d'innovation est donc à l'heure actuelle essentiellement un système de services scientifiques et techniques (tels que les définit l'UNESCO) ». Ces instituts ont des effectifs qui varient entre 10 et une quarantaine de chercheurs. Certains seulement sont équipés d'ordinateurs et, quand ils le sont, ils n'ont pas tous de réseau local. L'accès à l'Internet se fait essentiellement par ligne téléphonique commutée.

D'une manière générale, la R & D en Albanie souffre d'un certain nombre de problèmes, mais surtout de l'absence d'une infrastructure de recherche adéquate et du manque de fonds. Selon les estimations, la DIRD représenterait moins de 0,1 % du PIB, mais on ne dispose pas de chiffres précis, car ni l'Institut national de statistique ni le ministère de l'Éducation et des Sciences n'ont rassemblé d'informations statistiques sur le financement du système scientifique et technologique.

Les universités sont un élément clé de ce système en Albanie. On en recense actuellement 10.

En tout, 900 personnes sont employées dans des instituts de R & D, sans compter le personnel de R & D des universités et des établissements privés sans but lucratif. De très nombreux spécialistes hautement qualifiés ont quitté les instituts de R & D, souvent pour partir à l'étranger. Cette fuite massive des cerveaux a eu des effets désastreux sur le système scientifique et technologique : selon l'estimation d'un chercheur, plus de 1 000 des quelque 1 600 professeurs d'université du pays auraient quitté l'enseignement supérieur, en partie « faute

d'une idée claire de l'avenir du système scientifique et technologique ».

Dans une analyse récente du rôle de ce système dans le développement, les pays en développement étaient, en fonction de leurs capacités scientifiques et techniques, divisés en trois catégories. D'abord venaient les pays dotés de grandes compétences scientifiques, qui entretenaient de plus en plus souvent des relations d'égalité ou de quasi-égalité avec les pays scientifiquement avancés; ensuite venaient les pays où la science se développait, avec des îlots de capacités scientifiques et technologiques adéquates dans un océan de pénurie de ressources; enfin venaient les pays à la traîne sur le plan scientifique, qui manquaient presque entièrement de capacités. L'Albanie se rangeait dans cette troisième catégorie.

Enseignement supérieur

Heureusement les chiffres de l'enseignement supérieur donnent une image qui incline davantage à l'optimisme que ceux de la R & D : les effectifs de l'enseignement supérieur ont augmenté rapidement ces dix dernières années. On peut en dire autant des étudiants diplômés, dont le nombre est passé de 3 708 en 1997 à 4 618 en 2001. Il est intéressant de noter que les femmes représentent maintenant près des deux tiers des étudiants, alors qu'elles n'en constituaient qu'un peu plus de la moitié en 1994 (figure 14).

TURQUIE

Cadre de la politique de S & T

Au cours des vingt dernières années, trois documents-cadres ont guidé l'élaboration des politiques de S & T en Turquie : *Politique scientifique turque 1983-2003*, *Politique turque de science et de technologie 1993-2003* et *Dynamique de la science et de la technologie* (1995).

La figure 15 présente les institutions qui arrêtent et coordonnent la politique de S & T en Turquie. Le Conseil suprême de la science et de la technologie (BTYK) a été créé en 1983. Présidé par le Premier ministre, il aide le gouvernement à définir les politiques de S & T à long terme. Le Conseil est composé des ministres ayant compétence dans ce domaine, des présidents du Conseil scientifique et technique

de la Turquie (TÜBITAK) et du Conseil supérieur de l'éducation (YÖK), des sous-secrétaires à la planification nationale, au commerce extérieur et au Trésor, du président du Conseil turc de l'énergie atomique, du directeur général de la Société turque de radio et de télévision et du président de l'Union des chambres et des bourses de commerce.

En 2002, le BTYK a commencé à élaborer les politiques de S & T pour 2003-2023 en mettant au point le projet VISION 2023 : stratégies de science et de technologie. Ce projet comprend 4 sous-projets : projet national de prospective technologique, projet sur les capacités technologiques, projet de recensement des chercheurs et projet sur les infrastructures de R & D.

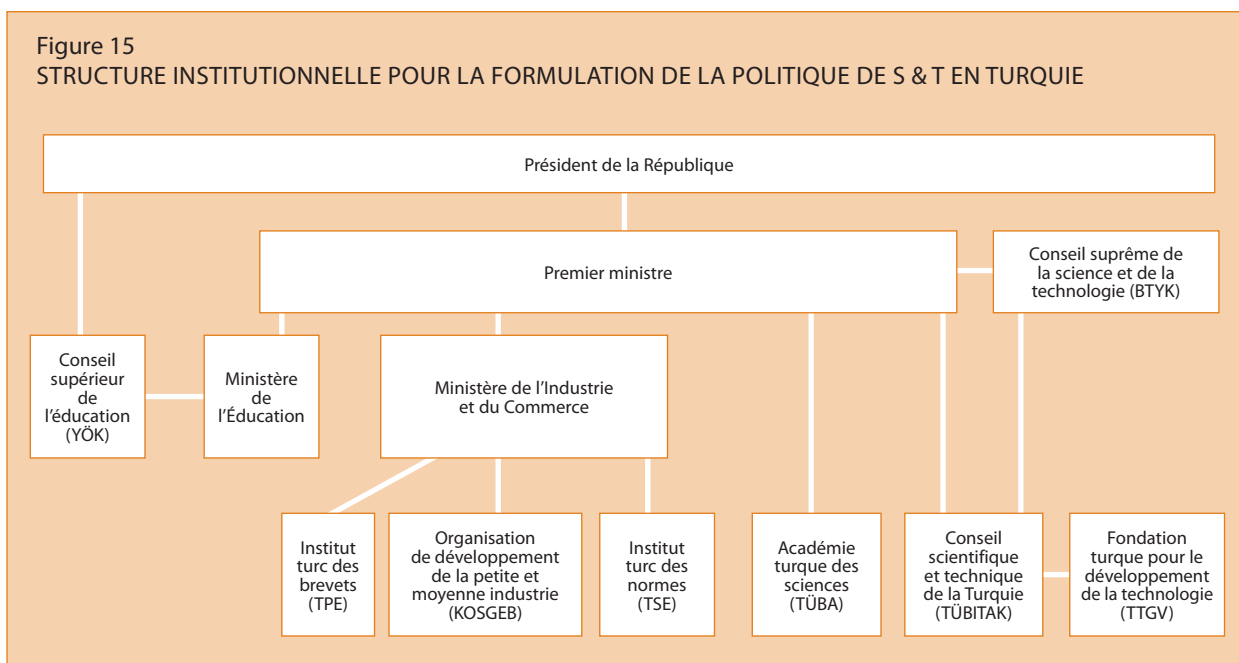
Le Conseil scientifique et technique de la Turquie (TÜBITAK) existe depuis 1963. Il est habilité à mener, à encourager, à organiser et à coordonner des travaux de R & D fondamentale et appliquée, à financer des activités de R & D, à octroyer des bourses à des chercheurs prometteurs et à organiser la coopération internationale. Par l'intermédiaire de son service TIDEB (1995), il subventionne des projets de R & D industrielle et organise des centres de recherche conjoints université-industrie.

La Fondation turque pour le développement de la technologie (TTGV) date de 1991. Organisme privé sans but lucratif, elle a pour rôle d'appuyer la R & D industrielle, de faciliter la coopération université-industrie et de créer des technoparcs et structures analogues. Les technoparcs METUTECH, situés à l'Université technique du Moyen-Orient, ainsi que le technoparc TÜBITAK-MAM et le Cyberparc, de l'Université Bilkent d'Ankara, sont les plus actifs d'entre eux.

Depuis sa création, en 1990, l'Organisation de développement de la petite et moyenne industrie (KOSGEB) s'emploie à accroître la capacité technologique des petites et moyennes entreprises au moyen de centres de formation, de services de conseil et d'amélioration de la qualité, d'ateliers et de laboratoires communs et de centres de développement technologique. KOSGEB gère, conjointement avec des universités techniques, 11 incubateurs pour de jeunes entreprises de haute technologie.

L'Académie turque des sciences (TÜBA) a été fondée en 1993. Elle a pour mission d'améliorer les normes de la recherche et d'orienter les jeunes vers des carrières scientifiques. L'Institut turc des normes (TSE) et l'Institut turc des brevets (TPE), créés respectivement en 1960 et 1994,

Figure 15
STRUCTURE INSTITUTIONNELLE POUR LA FORMULATION DE LA POLITIQUE DE S & T EN TURQUIE



s'occupent de la normalisation et de la protection des droits de propriété intellectuelle; le Conseil supérieur de l'éducation (YÖK, 1981) est chargé des politiques de l'enseignement supérieur.

Institutions de R & D

La R & D est conduite par des institutions publiques de recherche (près de 90) et par 76 universités (53 universités d'État et 23 universités privées). Les principales institutions publiques de R & D sont affiliées au TÜBITAK.

Le Centre de recherche de Marmara, créé en 1972, est la principale institution publique de recherche en Turquie. Il comprend 5 instituts et emploie environ 700 personnes, dont 400 chercheurs.

Il existe 64 organismes de recherche employant plus de 1 000 chercheurs dans les domaines de l'agriculture, de la sylviculture et de l'aquaculture. Le Centre de santé publique dispose d'environ 150 chercheurs.

La Direction générale de l'exploration et de la recherche minières est l'organisme compétent pour la recherche-développement dans le domaine des sciences géologiques; elle dispose de près de 1 200 chercheurs. La R & D nucléaire

est conduite par le Centre d'Ankara pour la recherche nucléaire et la formation, le Centre de Çekmece pour la recherche nucléaire et la formation et l'Institut de Lalahan de recherche nucléaire en médecine vétérinaire, qui relèvent de la Commission turque de l'énergie atomique.

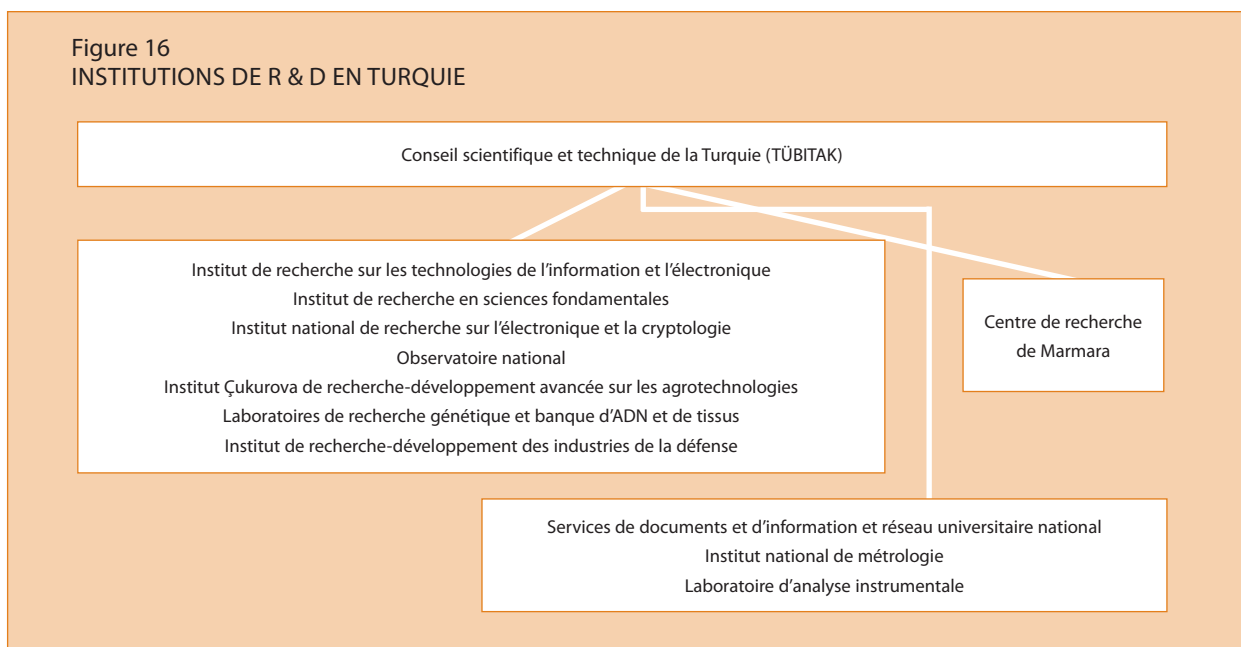
Les 12 instituts publics de recherche du secteur industriel travaillent essentiellement dans les domaines de l'alimentation, des machines, de la construction et de la chimie. Les trois quarts des universités ont des facultés techniques et des centres de recherche qui fournissent à l'industrie des services se rapportant à l'innovation.

Financement de la R & D

En 2000, la DIRD représentait 0,64 % du PIB, soit près de deux fois plus qu'il y a dix ans. La croissance relative de la Turquie, 9 % par an, est l'une des plus fortes du monde. En termes de parité de pouvoir d'achat (PPA), la DIRD a triplé, passant de 855,6 millions de dollars des États-Unis d'Amérique en 1990 à 2 749,2 millions en 2000.

La figure 19 montre que l'enseignement supérieur est le principal secteur d'exécution de la recherche-développement. En 2000, les dépenses de R & D du secteur des entreprises

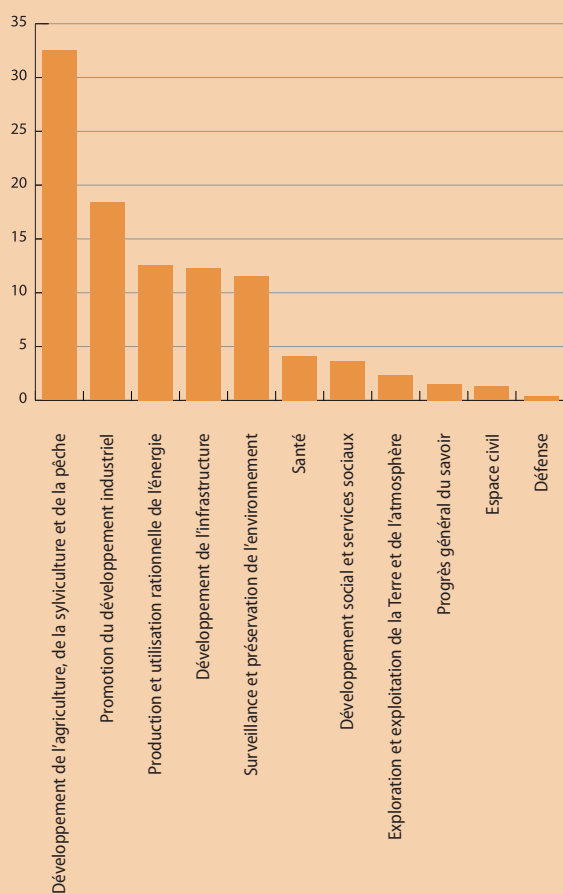
Figure 16
INSTITUTIONS DE R & D EN TURQUIE



(DIRDE) s'établissaient à 33,4 % de la DIRD, avec un taux moyen de croissance annuelle de 1,2 % pour la période 1997-2001. L'État reste le principal bailleur de fonds, mais la part du secteur des entreprises dans le financement total de la R & D est en hausse, puisqu'elle est passée de 31 % en 1993 à 43 % en 2001.

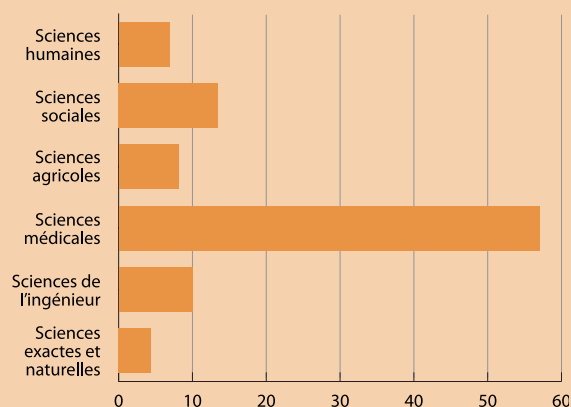
Les figures 17 et 18 montrent la répartition des dépenses de R & D de l'État et de l'enseignement supérieur (DIRDE) en 2000.

Figure 17
DÉPENSES DE R & D DE L'ÉTAT EN TURQUIE, 2000
Par objectif socio-économique (%)



Source : Institut d'État de la statistique.

Figure 18
DÉPENSES DE R & D DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR EN TURQUIE, 2000
Par domaine scientifique (%)

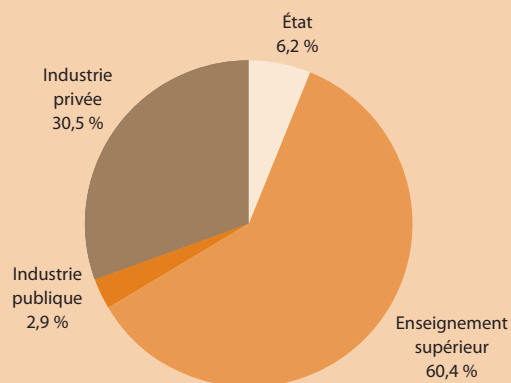


Source : Institut d'État de la statistique.

Ressources humaines de la R & D

En Turquie, le taux moyen de croissance annuelle du personnel de R & D (15 %) était près de deux fois plus élevé que celui des chercheurs entre 1996 et 2001. En 2001, les effectifs de la R & D

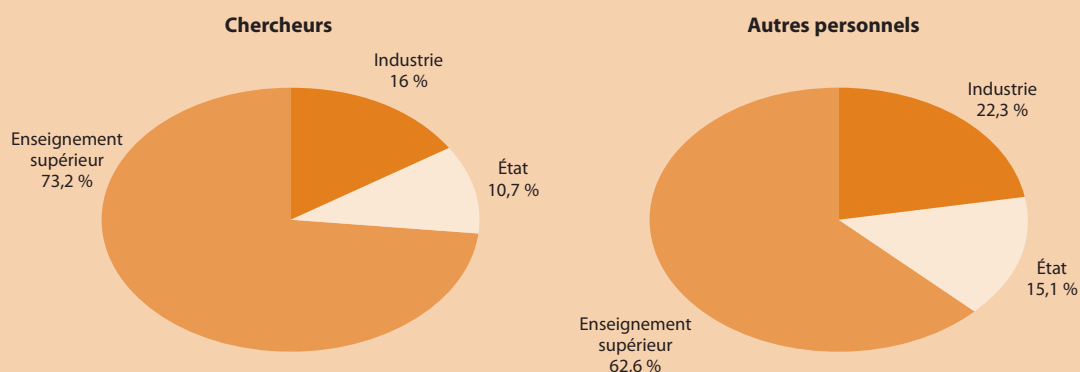
Figure 19
R & D EN TURQUIE, PAR SECTEUR D'ACTIVITÉ, 2000



Source : Institut d'État de la statistique.

Figure 20
CHERCHEURS ET PERSONNEL DE R & D EN TURQUIE, 2000

Par secteur



Source : Institut d'État de la statistique, *Chiffres clés 2003-2004*.

s'établissaient à 50 000 personnes, dont 23 000 chercheurs. La croissance a suivi le même schéma dans les différents secteurs : 14 % dans l'industrie, 13 % dans le secteur de l'État et 15,6 % dans l'enseignement supérieur. La figure 20 donne la répartition des chercheurs et du personnel de R & D par secteur.

Performance de la S & T

Le nombre d'articles scientifiques publiés par les scientifiques turcs dans des revues de réputation mondiale a triplé entre 1997 et 2002, selon le *Science Citation Index (SCI)*, le *Social Science Citation Index (SSCI)* et l'*Arts and Humanities Citation Index (AHCI)* (figure 21). On a compté 148 publications scientifiques par million d'habitants en 2002, soit une augmentation specta-

culaire de plus de 500 % pendant la décennie. La Turquie est donc passée cette même année du 37^e au 22^e rang parmi les pays produisant le plus grand nombre d'articles scientifiques.

De même, l'augmentation du nombre de demandes de brevets est encourageante. En 1993, la Turquie avait déposé 5 demandes de brevets auprès de l'OEB, et elle en a déposé 82 en 2000, bien que ce nombre soit retombé à 72 un an plus tard. Le chiffre de 72 correspond à une demande de brevet par million d'habitants. La figure 22 montre la répartition des demandes de brevets entre les différentes sections de la Classification internationale des brevets (CIB).

Pour ce qui est des exportations de haute technologie, elles ont augmenté à un rythme beaucoup plus rapide que

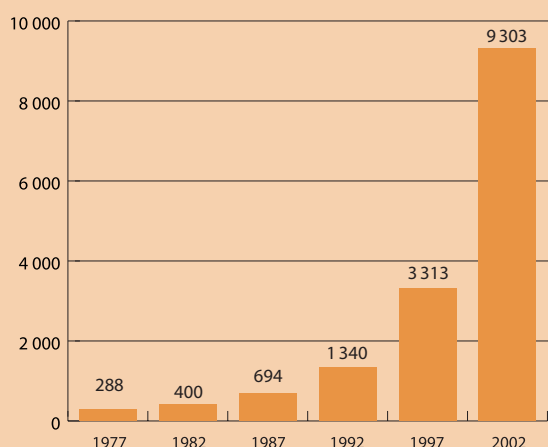
Tableau 13
DIPLOMÉS DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET TITULAIRES D'UN DOCTORAT EN TURQUIE, 2001

Par sexe, dans quelques disciplines

	Sciences				Ingénierie, industrie manufacturière et construction			
	Total	% du nombre total d'étudiants	Taux moyen de croissance annuelle 1998-2001	% de femmes dans le total	Total	% du nombre total d'étudiants	Taux moyen de croissance annuelle 1998-2001	% de femmes dans le total
Diplômés de l'enseignement supérieur	19 961	9,6	11,1	44,4	41 506	20,0	5,8	24,8
Titulaires d'un doctorat	320	16,1	3,8	44,4	320	16,1	-2,8	32,2

Source : Eurostat.

Figure 21
PUBLICATIONS DES SCIENTIFIQUES TURCS,
1977-2002
Selon le SCI, le SSCI et l'AHCI

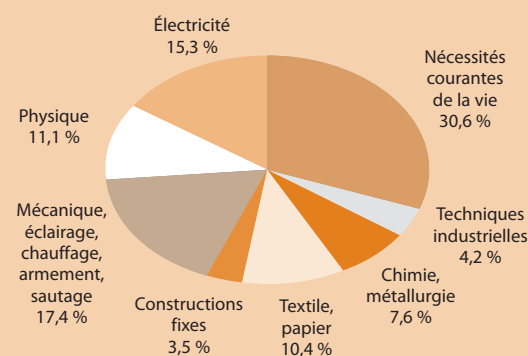


Source : S. Çakir (2003) *Principaux Indicateurs nationaux de S & T pour la Turquie*. UNESCO, Workshop on Science and Technology Indicators and Statistics for S&T Policy-Making in South East European Countries, 15-18 novembre 2003, Sofia, Bulgarie. <http://seestil.net>.

les importations au cours des dernières années. On trouvera au tableau 14 la balance des échanges commerciaux dans ce domaine.

Les résultats des enquêtes sur l'activité d'innovation technologique effectuées par l'Institut d'État de la statistique montrent que 39 % des entreprises du secteur des services et 30 % des entreprises du secteur industriel ont mené des activités d'innovation de 1988 à 2000.

Figure 22
DEMANDES DE BREVET DÉPOSÉES
PAR LA TURQUIE AUPRÈS DE L'OEB, 2001
Par section de la Classification internationale
des brevets



Source : Eurostat.

COOPÉRATION INTERNATIONALE

Processus de Venise

Le Processus de Venise pour la reconstruction d'une coopération scientifique entre les pays des Balkans et entre ces pays et le reste de l'Europe a essentiellement les mêmes objectifs que les mesures ponctuelles et les programmes-cadres successifs de la Commission européenne. Il met toutefois davantage l'accent sur l'aspect régional en encourageant la création à ce niveau de réseaux destinés à devenir des centres d'excellence ou d'expertise. Le processus, entamé par l'UNESCO, la Fondation européenne de la science et l'Academia Europaea

Tableau 14
ÉCHANGES DE PRODUITS DE HAUTE TECHNOLOGIE DE LA TURQUIE, 2001
Par valeur et composition

Exportations de haute technologie 2001			Importations de haute technologie 2001			Solde (en milliards d'euros)
Milliards d'euros	En % du total des exportations	Taux moyen de croissance annuelle 1996-2001 (%)	Milliards d'euros	En % du total des importations	Taux moyen de croissance annuelle 1996-2001 (%)	
1,1	3,2	43,1	5,4	11,6	16,2	- 4,3

Source : Eurostat.

en novembre 2000, a été officiellement lancé à l'occasion de la Conférence d'experts sur la restauration de la coopération scientifique en Europe du Sud-Est qui s'est tenue à Venise en mars 2001.

L'UNESCO s'emploie de longue date à encourager la coopération au sein des régions et sous-régions du monde en tant que moyen de renforcer la sécurité et de stimuler le développement. La Conférence mondiale sur la science, tenue à Budapest (Hongrie) en 1999, lui a fourni une nouvelle occasion de concrétiser cette approche en l'appliquant aux sciences. À la suite de cette Conférence, le Bureau régional de l'UNESCO pour la science en Europe (ROSTE), situé à Venise (Italie), a lancé, avec l'appui du gouvernement italien, le Processus de Venise, spécifiquement destiné à l'Europe du Sud-Est.

Le Processus de Venise a été unanimement salué par les ministres de la Science et de la Technologie des pays concernés lors de la table ronde organisée le 24 octobre 2001 pendant la 31^e session de la Conférence générale de l'UNESCO qui réunissait les 188 États membres de l'Organisation. Des représentants de haut rang des États membres de l'Union européenne et de nombreux organismes supranationaux, comme la Commission européenne, participaient à cette table ronde, ainsi que des organisations internationales gouvernementales et non gouvernementales, dont Euroscience. La poursuite du processus a été confirmée par les ministres ou leurs représentants à la Conférence de haut niveau sur le renforcement de la coopération dans le Sud-Est européen qui s'est tenue au Siège de l'UNESCO les 4 et 5 avril 2002.

Coopération avec l'Union européenne

L'Union européenne est de loin le principal bailleur de fonds des pays des Balkans occidentaux. Comme indiqué dans l'introduction du présent chapitre, la politique de l'Union européenne concernant l'Europe du Sud-Est comporte deux aspects. Elle vise, d'une part, à préparer l'adhésion à l'Union européenne des pays candidats que sont la Bulgarie, la Croatie, la Roumanie et la Turquie et, d'autre part, grâce au Processus de stabilisation et d'association, à aider l'Albanie, la Bosnie-Herzégovine, la Serbie-et-Monténégro et l'ex-République

yougoslave de Macédoine à remplir les conditions voulues pour devenir ultérieurement membres de l'UE. À sa réunion de Thessalonique en juin 2003, le Conseil européen a adopté un Agenda pour les Balkans occidentaux prévoyant d'ajouter une nouvelle dimension au Processus de stabilisation et d'association en mettant en œuvre de nouveaux partenariats pour l'intégration européenne.

Tous les pays des Balkans occidentaux participent aux programmes de l'Union européenne Euréka, COST, Tempus-Phare et à ses cinquième et sixième programmes-cadres, couvrant respectivement les périodes 1998-2002 et 2003-2007 (voir ci-après pour de plus amples détails). Ils bénéficient également d'un soutien technique et financier au titre du Programme d'assistance communautaire à la reconstruction, au développement et à la stabilisation (CARDS). En outre, la Roumanie et la Turquie sont membres de l'Organisation de coopération économique de la mer Noire.

Le programme que met en œuvre l'Union européenne dans les Balkans occidentaux dans la perspective de la création de l'Espace européen de la recherche en 2010 vise principalement à accroître et à améliorer la participation de ces pays au sixième programme-cadre.

En juillet 1999, la collaboration de la Roumanie avec l'Union européenne dans le domaine de la recherche-développement est entrée dans une nouvelle phase avec le début de la pleine participation du pays au cinquième programme-cadre et au programme Euratom. Dans son rapport sur les résultats, à la fin 2002, du cinquième programme-cadre, le ministère roumain de l'Éducation, de la Recherche et de la Jeunesse notait que 200 instituts de recherche roumains avaient participé à 187 projets bénéficiant d'un financement de plus de 18 millions d'euros de la Commission européenne; 220 contrats supplémentaires avaient été signés pour un montant total de 20 millions d'euros.

Les programmes thématiques auxquels la Roumanie a participé de la façon la plus active étaient les suivants : énergie, environnement et développement durable (85 projets), société de l'information conviviale (76 projets) et croissance compétitive et durable (47 projets), les principaux participants étant des entreprises privées et des instituts de recherche.

Les contacts établis dans le cadre de ces contrats l'ont été essentiellement avec la France, l'Allemagne et le Royaume-Uni. La coopération avec les autres pays candidats à l'UE a donné lieu à 255 collaborations, essentiellement avec la Pologne, la Bulgarie et la Hongrie. En s'associant au sixième programme-cadre en 2002, la Roumanie s'est engagée à verser une contribution de 14,3 millions d'euros (dont 13,3 millions à l'Euratom).

Le programme spécial CORINT mis en œuvre dans le cadre du Plan national du ministère de l'Éducation, de la Recherche et de la Jeunesse roumain vise à promouvoir la participation de chercheurs à des programmes internationaux. En 2002, 7,9 % du budget alloué au Plan national sont allés au programme CORINT. L'importance que la Roumanie accorde à ce programme est également confirmée par l'augmentation du nombre de projets financés, qui est passé de 19 en 2001 à 69 en 2002. L'Académie bulgare des sciences accorde une priorité élevée à sa participation aux programmes-cadres dans le contexte de l'intégration et de l'Espace européen de la recherche. Elle s'est ainsi vu attribuer 125 des 255 projets financés au titre du cinquième programme-cadre. Ces 255 projets représentent un soutien financier de plus de 7,5 millions d'euros (chiffres pour 2003), qui a permis à des instituts de recherche de mener des travaux de R & D répondant aux normes internationales.

Coopération dans le cadre d'INCO

Dans le cadre du programme INCO-Copernicus-Balkans de l'UE, qui a pour objet d'encourager la coopération dans des domaines touchant à l'amélioration des conditions de vie ou de la santé publique ainsi que la mise au point de programmes industriels dans les secteurs de l'énergie, de l'alimentation et de la société de l'information, la Croatie est en train de mener à bien 7 projets de recherche portant sur la protection de l'environnement et les soins de santé, ce second volet étant essentiellement consacré aux troubles liés au stress post-traumatique, syndrome plus particulièrement provoqué par des situations de guerre.

L'Académie bulgare des sciences accueille 4 des 5 centres d'excellence bulgares mis sur pied dans le cadre du programme INCO 2 de l'UE : le Centre pour le développement et la gestion durables du système de la mer Noire; le Centre pour une

société de l'information bulgare au xxie siècle; le Centre pour les sources d'énergie transportables et le Centre bulgare pour l'énergie solaire.

Coopération dans le cadre d'Eurêka

Le programme Eurêka a été créé en 1985 par 17 pays et l'UE pour encourager une approche du développement technologique partant de la base et améliorer la position concurrentielle des entreprises européennes sur le marché mondial. Eurêka favorise la coopération internationale entre entreprises, centres de R & D et universités des pays membres.

La Croatie n'est membre d'Eurêka que depuis 2000, mais elle participe activement depuis leur création à 2 projets importants, à savoir Eurotrac (recherche sur l'air) et Euomar (recherche marine). À l'heure actuelle, la Croatie est coordonnatrice de 8 projets Eurêka et coopère à 9 projets-cadres : Euroenviron (technologies de protection de l'environnement), Eurotourism (technologies pour le tourisme), Eurolearn (apprentissage électronique et multimédia), Eurocare (protection des monuments culturels), Euroagri (technologies agricoles), Eulasnet (utilisation du laser dans la médecine et l'industrie – la Croatie est membre fondateur de ce projet), FACTORY (développement des technologies destinées aux industries manufacturières), ITEA (systèmes à forte intensité logicielle) et MEDEA (technologies de la micro-électronique).

En 2003, des chercheurs serbes participaient à 4 programmes Eurêka et à 18 projets dans le cadre du Programme de coopération européenne dans le domaine de la recherche scientifique et technique (COST).

Coopération dans le cadre du programme COST

Le programme COST est le plus vaste et le plus ancien réseau intergouvernemental européen de coopération dans le domaine de la recherche. Créé en 1971, il est actuellement utilisé par les communautés scientifiques de 35 pays européens pour coopérer à des projets communs de recherche financés par des fonds nationaux. Conformément à l'approche consistant à aller de la base vers le sommet, ce sont les scientifiques européens eux-mêmes qui prennent l'initiative de lancer telle ou telle action COST.

En tant que précurseur de la recherche multidisciplinaire avancée, le programme COST joue un rôle important dans la réalisation de l'objectif d'un Espace européen de la recherche. Il complète les activités des programmes-cadres, en jetant une passerelle vers les communautés scientifiques des pays émergents, en augmentant la mobilité des chercheurs à l'intérieur de l'Europe et en favorisant la mise en place de réseaux d'excellence dans bon nombre de domaines scientifiques clés : physique, chimie, télécommunications et sciences de l'information, nanotechnologies, météorologie, environnement, médecine et santé, forêts, agriculture, sciences sociales, etc. Il couvre la recherche fondamentale et la recherche plus appliquée et traite également de questions prénormatives ou ayant une importance sociétale.

Depuis 1992, la Croatie a participé à plus de 80 projets de recherche COST portant sur l'océanographie, les nouveaux matériaux, la protection de l'environnement, la météorologie, l'agriculture et les biotechnologies, l'agroalimentaire, les sciences sociales, la médecine, la chimie, la sylviculture, les télécommunications et les transports. À l'heure actuelle, 35 projets sont en cours. La Bulgarie est membre du programme COST depuis 1999 et participe à 74 projets en cours, dont 40 % dans les domaines suivants : agriculture et biotechnologies, télécommunications et sciences de l'information. La Turquie participe actuellement à 46 activités relevant du programme COST.

Coopération dans le cadre de Tempus

Tempus est le principal instrument de l'UE pour le développement et la restructuration de l'enseignement supérieur. Au cours des quinze dernières années, ce programme est passé par plusieurs phases successives (Tempus I, Tempus II et Tempus II bis). Tempus III (2000-2006) est essentiellement axé sur les Balkans occidentaux, les États partenaires d'Europe orientale et d'Asie centrale (pays dits « Tacis ») et les partenaires méditerranéens.

Le programme Tempus-Phare d'études postuniversitaires en biologie moléculaire et génie génétique a démarré à l'Université de Skopje (ex-République yougoslave de

Macédoine) en 1998. Il associe les huit facultés de médecine, de pharmacie, de médecine vétérinaire, de sciences exactes et naturelles, d'agriculture, de sylviculture, de technologie et de génie électrique. Y participe également l'Académie macédonienne, qui collabore avec des institutions scientifiques de plusieurs pays de l'UE.

L'UE fournit à la Bulgarie et à la Roumanie une assistance sous la forme de crédits inscrits au budget du programme Phare, qui aide de manière générale les pays candidats à l'entrée dans l'Union à adopter le corpus de lois communautaires, ainsi que par l'entremise de deux autres programmes qui fournissent des fonds préadhésion : ISPA (transports et environnement) et SAPARD (agriculture).

La Croatie, la Bosnie-Herzégovine, la Serbie-et-Monténégro et l'ex-République yougoslave de Macédoine participent au programme Tempus.

Coopération au sein de l'OTAN

La Bulgarie est l'un des pays partenaires les plus actifs du Programme scientifique de l'OTAN, puisque en 2002 elle avait bénéficié de plus de 280 subventions et de 350 bourses.

Fin 2002, plus de 200 équipes de recherche roumaines avaient participé au Programme scientifique de l'OTAN et plus de 320 bourses avaient été allouées à la Roumanie, permettant à des scientifiques roumains d'étudier dans des pays de l'OTAN.

En Turquie, le TÜBITAK participe activement au Programme scientifique de l'OTAN. En dehors de l'Europe, la participation de la Turquie à des instances internationales s'étend à l'OCDE et à l'Organisation des États islamiques.

Des scientifiques croates, appartenant en particulier à l'Institut Rudjer Boskovic, sont associés à plusieurs programmes de recherche dans le cadre de l'OTAN.

Coopération au sein de l'Europe et au-delà de ses frontières

L'activité scientifique dans l'ex-Yougoslavie s'est toujours caractérisée par une coopération scientifique internationale intense. Par exemple, dans les années 80, 300 physiciens croates ont publié des articles en collaboration avec des scientifiques de

203 institutions : 108 d'Europe occidentale, 35 des États-Unis d'Amérique et 31 d'Europe de l'Est. Aujourd'hui, les scientifiques de Bosnie-Herzégovine, de Serbie-et-Monténégro, de Croatie et de l'ex-République yougoslave de Macédoine collaborent toujours entre eux, et plus intensément encore avec les scientifiques européens, américains, asiatiques, australiens et africains.

Au nombre des exemples remarquables de coopération scientifique avec la participation des pays de l'ex-Yougoslavie, on relève actuellement : le projet environnemental concernant le Danube et le projet du bassin de la Save, le système coordonné d'observation de l'Adriatique, les études sur la pollution en mer Méditerranée, les liaisons de transport entre les mers Baltique et Adriatique, la télémédecine, le consortium est-européen sur les études cristallographiques des macromolécules, les études centre-européennes en matière de chimie appliquée à la biologie, l'élaboration d'une base médico-légale de données ostéologiques associant la Bulgarie et la Croatie à la Smithsonian Institution des États-Unis d'Amérique, la coopération internationale en matière de déminage et de sécurité humanitaires, la recherche sur les zones humides, les zones névralgiques sur le plan écologique des projets dans le cadre du Programme de l'UNESCO sur l'homme et la biosphère (MAB), des projets de collaboration en hydrologie, des projets relatifs aux technologies de l'information et de la communication, et, enfin, la conversion sur lit fluidisé permettant une production énergétique performante et propre dans la sous-région.

Un nombre considérable de ressortissants des quatre pays travaillent à l'étranger. Un projet visant à les intégrer dans le programme national de recherche-développement a été lancé en 1987 dans chacun des États indépendants. La Croatie a remporté le plus franc succès en réussissant à convaincre plusieurs chercheurs éminents de rentrer au pays pour y occuper des postes de haut niveau. Cependant, des projets communs auxquels collaborent les expatriés sont une situation plus fréquente, par exemple, l'observatoire de l'île de Hvar – qui possède, sur la presqu'île de Peljesac, un télescope permettant de détecter les rayons gamma de haute énergie –, ainsi qu'un programme de recherche sur la physique des particules.

Le Centre international pour le développement durable, qu'héberge l'Institut Jozeph Stefan de Ljubljana (Slovénie), est l'une des entreprises les plus rares, qui regroupe des scientifiques des quatre pays. Des scientifiques de l'Institut Rudjer Boskovic, de Croatie, y jouent un rôle essentiel aux côtés de chercheurs de Bosnie-Herzégovine, de l'ex-République yougoslave de Macédoine, de Serbie-et-Monténégro, de Bulgarie, de Roumanie, d'Italie, de Grèce et de Turquie. Au cours des trois dernières années, le Centre a mis en place un programme de maîtrise ès sciences. L'ensemble des pays de l'ex-Yougoslavie ainsi que la Grèce, la Bulgarie, la Roumanie, l'Albanie et l'Italie ont proposé que le Centre soit transformé en Institut de technologie de l'Europe du Sud-Est, dans le cadre du sixième programme-cadre, sur le modèle du Massachusetts Institute of Technology ou du California Institute of Technology des États-Unis d'Amérique.

En vertu d'accords conclus au niveau gouvernemental, la Turquie coopère sur le plan bilatéral et multilatéral avec les États-Unis d'Amérique, la Fédération de Russie et la Hongrie dans le domaine de la science et de la technologie. Le TÜBITAK a passé des accords avec le Conseil national de la recherche (CNR) de l'Italie, le Centre national de la recherche scientifique (CNRS) de la France, le Centre pour la recherche scientifique et industrielle (CSIR) de l'Inde, la Fondation nationale pour la science (NSF) des États-Unis d'Amérique et le Comité national pour le développement technologique (OMFB) de la Hongrie.

Depuis 1990, les établissements bulgares d'enseignement supérieur ont amélioré leur coopération avec l'étranger; un grand nombre d'accords interuniversitaires ont été conclus par le biais des programmes Erasmus et Tempus de l'Union européenne. La plus ancienne université bulgare, Saint-Clément d'Ohrid, à Sofia, est liée par des conventions à 75 universités de 31 pays. La création de départements communs avec des universités étrangères constitue une avancée importante. Cette nouvelle tendance est illustrée par l'Université technique de Sofia, qui a ouvert une faculté conjointe avec l'Université de Karlsruhe et l'Université technique de Brunswick (Allemagne). En outre, depuis 1995, date à laquelle elle est devenue membre de l'Association des

universités francophones, l'Université technique de Sofia a également créé un département francophone d'ingénierie électrique.

L'Académie bulgare des sciences a une forte tradition de coopération internationale. Elle demeure l'organisme de recherche le mieux reconnu sur le plan international, participe à des programmes internationaux comme ceux de l'Union européenne et est membre d'instances telles que la Fondation européenne de la science ou la Fédération européenne des académies nationales des sciences et des humanités (ALLEA). En 2003, l'Académie des sciences bulgare avait conclu 53 accords bilatéraux avec des académies nationales, des centres de recherche, des conseils de recherche et des universités.

L'Académie accueille 4 des 5 centres d'excellence bulgares mis en place dans le cadre du programme INCO 2 de l'Union européenne. Il s'agit du Centre pour le développement et la gestion durables du système de la mer Noire, du Centre pour une société de l'information en bulgare en faveur de l'éducation, de la science et de la technologie au XXI^e siècle, du Centre pour les sources d'énergie transportables et du Centre bulgare pour l'énergie solaire. Le cinquième centre d'excellence, qui se consacre à l'agrobiologie, a été mis en place par le Centre national d'études agraires, qui date lui-même de 1999.

L'Académie croate des sciences et des arts est membre du Groupe interacadémies, de l'ALLEA, de la Fondation européenne de la science et du Conseil international des unions scientifiques. En matière de recherche, elle collabore activement avec la plupart des académies du monde et « échange » en moyenne 300 scientifiques par an.

Le Centre interuniversitaire (CIU) de Dubrovnik (Croatie), est un établissement international de hautes études fondé en 1971. Plus de 200 universités et académies à travers le monde en sont membres, et plus de 50 000 universitaires et étudiants ont participé à des cours et conférences organisés par le CIU au fil des ans.

L'Académie roumaine a conclu plus de 42 accords avec des institutions de 29 pays et l'UNESCO. Elle est affiliée à une trentaine d'associations et organisations scientifiques

internationales, au nombre desquelles se trouvent le Conseil international pour la science (CIUS), le Groupe interacadémies et l'ALLEA.

Des scientifiques macédoniens coopèrent pour 7 projets avec la Slovénie, pour 6 avec la Turquie, pour 2 avec l'Italie, pour 1 avec la Grèce et pour un autre avec l'Albanie. Ils participent à 4 projets multilatéraux, dont 2 de l'OTAN (auxquels sont également associés l'Albanie, la Turquie, la Grèce, les États-Unis d'Amérique et l'Italie) et 1 de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (auquel participent aussi la Croatie, la Bosnie-Herzégovine et la Serbie-et-Monténégro). Le quatrième projet est financé par l'Association française des établissements d'enseignement supérieur et de recherche agronomique, agroalimentaire, horticole et vétérinaire (AGRENA).

Des scientifiques croates participent à 6 projets de recherche au sein de l'Organisation européenne pour la recherche nucléaire (CERN) : NA49, NOMAD, CMS, ALICE, OPERA et CAST. Dans le cadre de l'expérience NA49, par exemple, les scientifiques recréent les conditions de haute densité d'énergie qui existaient au moment du big-bang en faisant entrer en collision des noyaux lourds accélérés à une vitesse proche de celle de la lumière avec des noyaux inclus dans une fine feuille de métal. NA49 est un spectromètre de large acceptation permettant la détection des traces de particules; il est associé au principal accélérateur SPS (*Super Proton Synchrotron*) du CERN.

Les scientifiques croates participent également aux travaux de plusieurs centres de recherche internationaux et européens : Elletra (Italie); l'Institut Paul Scherrer (Suisse); FOPI et CBA, au GSI (Allemagne); le Laboratoire national de Brookhaven (Upton, New York), TUNL (Durham, Caroline du Nord), les Laboratoires nationaux de Los Alamos et d'Oak Ridge (États-Unis d'Amérique); TRIUMF (Canada). Des scientifiques croates participent à 5 projets dans le cadre de l'Initiative adriatico-ionienne, ainsi qu'à des projets dans le cadre de l'Accord de stabilisation et d'association et en coopération avec la Communauté d'États indépendants. Un projet de recherche revêt une importance particulière pour la Croatie : le projet Adriatique, qui associe des institutions de R & D et

des universités croates à des institutions sœurs de plusieurs pays européens.

Comme indiqué précédemment, le Centre scientifique TESLA de l'Institut Vinca des sciences nucléaires de Belgrade est l'aboutissement d'un projet déjà ancien d'accélérateur destiné à la recherche en sciences nucléaires, biomédicales et des matériaux. Bien qu'il ne soit pas encore totalement opérationnel, il est déjà devenu un lieu de coopération internationale.

La coopération de la Serbie avec l'étranger a été entravée par une loi de 1998 qui a supprimé l'autonomie des établissements nationaux d'enseignement supérieur. Cette loi a eu pour effet de suspendre la participation des universités serbes à l'Association des universités européennes. De la même manière, des lois et pratiques croates inappropriées, qui régissaient le domaine des sciences au début des années 90, ont empêché le pays d'être admis au sein de la Fondation européenne de la science.

Une nouvelle tendance se dessine actuellement en Roumanie en matière de coopération, tendance illustrée par la création de l'Institut autrichien de Timisoara en partenariat avec l'Université de l'Ouest de Timisoara, l'Université technique de Timisoara et l'Institut RISC de Linz, en Autriche (2002); cet institut est appelé à devenir, à terme, un parc technologique dans le domaine des technologies de l'information. Par ailleurs, la coopération bilatérale de la Roumanie au niveau européen va croissant : en une seule année, de 2001 à 2002, le nombre de projets est passé de 148 à 160.

La loi albanaise sur le développement scientifique technologique offre aux ministères, aux instituts de recherche, à l'Académie des sciences et aux universités la possibilité de conclure des accords bilatéraux avec des organismes similaires d'autres pays. Le ministère de l'Éducation et des Sciences, par exemple, a passé deux accords, l'un avec l'Italie

et l'autre avec la Grèce. L'Académie des sciences est elle aussi liée à la Grèce par un accord bilatéral et prend part à des programmes scientifiques de l'OTAN, à un programme de l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) et au programme INTERREG-2. L'Université de Tirana a conclu des accords bilatéraux et coopère avec une quarantaine d'universités et institutions différentes en Europe et dans d'autres parties du monde.

CONCLUSION

Au cours de la décennie écoulée, les pays de l'Europe du Sud-Est ont suivi des chemins différents, s'agissant de transformer leur système de S & T. Presque tous étaient autrefois des pays socialistes, où la recherche, soutenue par le gouvernement, était bien développée. Mais, confrontés aux nouvelles conditions du marché, ces pays ont eu à faire face à des restrictions financières, à la détérioration de leurs infrastructures et au défi de la concurrence, tandis que scientifiques et ingénieurs perdaient de leur prestige social. La restructuration de la S & T est un processus douloureux, gros de conséquences et de problèmes imprévus auxquels chaque pays devra apporter sa propre réponse.

En dépit des obstacles qu'ils ont rencontrés ces dernières années, les pays de l'Europe du Sud-Est sont aujourd'hui tous sur la voie de la stabilisation et de la reprise.

Les politiques nationales de S & T dans la région ont fondamentalement pour but l'harmonisation avec la législation européenne et l'adoption de normes internationales et de bonnes pratiques. Les pays de la région se trouvent à des stades différents de cette entreprise. Pour la mener à bien, la coopération régionale en S & T devra être renforcée et des programmes transfrontaliers devront être élaborés. Le succès reposera avant tout sur les efforts des pays membres de l'Union européenne et des pays candidats à l'adhésion.

RÉFÉRENCES ET LECTURES COMPLÉMENTAIRES

- Académie bulgare des sciences. 2002. *Sur la voie des réformes : 1989-2000*. Sofia, Centre d'études scientifiques et d'histoire des sciences, 287 pages. (En bulgare.)
- . 2004. *Rapport annuel 2003*. Sofia. (En bulgare.)
- Albanie (Gouvernement de l'). 2001. *Statistical System of the Republic of Albania : Global Assessment 2001*. <http://www.undp.org.al/?elib>.
- . 2002. *Report on the Status of Information and Communication Technology in Albania*. E-évaluation : <http://www.ictd.org.al/index.php?pageid=ereadiness/report>.
- Angelov, G. 2001. La Science académique bulgare dans les projets de recherche internationaux. *Stratégies pour la politique de l'éducation et de la science*, 2001/3. (En bulgare.)
- Bulgarie (gouvernement de). 2003. *Stratégie nationale pour la science*. Sofia, ministère de l'Éducation et des Sciences. (En bulgare.)
- . 2004. *Stratégie d'innovation de la République de Bulgarie et mesures de mise en œuvre*. Sofia, ministère de l'Économie. (En bulgare.)
- Cadiou, Y.; Esterle, L. 2002. *Scientific Profile Activities in Central and Eastern European Countries*. Étude rédigée pour le Bureau régional de l'UNESCO pour la science en Europe, Venise.
- Çakir, S. 2003. *National Main Science and Technology Indicators for Turkey*. UNESCO Workshop on Science and Technology Indicators for S & T Policy-Making in South-East European Countries, 15-18 novembre 2003. Sofia, Bulgarie. <http://seestil.net>.
- Commission européenne. 2003. *Innovation Policy in Seven Candidate Countries : the Challenges. Final Report, volume 1*. ADE-SSEES-LOGOTECH, Direction générale des entreprises, Direction de la politique de l'innovation.
- . 2004. *Chiffres clés 2003-2004*.
- Dega, F. 2002. *AAAS Internship Helps Strengthen Science Policy in Eastern Europe*. <http://www.aaas.org/news/releases/2002/1022dega.shtml>.
- . 2003. *The State of Science Statistics in Albania*. UNESCO Workshop on Science and Technology Indicators for S & T Policy-Making in South-East European Countries, 15-18 novembre 2003. Sofia, Bulgarie. <http://seestil.net>.
- Elci, Sirin. 2003. National Innovation Policy Profile : Turkey. Établi par la Fondation pour le développement technologique de la Turquie. Dans : *Innovation Policy in Seven Candidate Countries : the Challenges. Final Report, volume 2*. Étude coordonnée par l'ADE, en association avec SSEES et LOGOTECH.
- Eurostat. 2000. *R & D and Innovation Statistics in Candidate Countries and the Russian Federation. Statistics for 1996*. Commission européenne.
- Holbrook, J. A. D. 1996. *Measuring the Development of Science and Technology in a Changing Economy : the Case of Albania*. Rapport n° 96-08 du CPROST. <http://www2.sfu.ca/cprost/publications.htm>.
- Institut national des statistiques de la Turquie. *Chiffres clés 2003-2004*.
- ISI-Web of Science. 2004. *Science Citation Index of Institute for Scientific Information*. Philadelphie, États-Unis d'Amérique, ISI-Thomson.
- Kajn, R. 2004. *A Power Tool for Economic Growths*. Commission à la Conférence sur la propriété intellectuelle, 26 avril 2004.
- Karatnycky, A. 2001. *Nations in Transit*. <http://www.freedomhouse.org>.
- Kearney, A. T. 2003. Globalisation Index 2003. *Foreign Policy*.
- Mulabegović, N. 2001. The General Conditions of Science in Bosnia & Herzegovina. Dans : Actes de la conférence sur les reconstructions de la coopération scientifique en Europe du Sud-Est. ROSTE (UNESCO), Venise, pp. 55-57.
- Organisation de coopération et de développement économiques. 2003. *Principaux Indicateurs de la science et de la technologie*. Paris, OCDE, novembre.
- Programme des Nations Unies pour le développement. 2002. *Rapport mondial sur le développement humain*. De Boeck Université, PNUD.
- Prpić, K. 2002. Size, Structure and Dynamics of R & D Personnel. Dans : Nada Svob Dokic (dir. publ.), *R & D Policies in the South-East European Countries in Transition*. Zagreb, Croatie.
- Roumanie (gouvernement de la). 2002. Décret n° 57 du 16 août 2002 sur la recherche et le développement des technologies. *Monitorul Oficial [Journal officiel]*, 643/30, août 2002. (En roumain.)
- . 2003. *Rapport du ministère de l'Éducation et de la Recherche. Développement et innovation entre 2001 et 2002*. Département de la recherche. Bucarest, 94 pages. (En roumain.)
- Sandu, S. 2004. Romania: Transformation of the S&T System. Dans : Werner Meske (dir. publ.), *From System Transformation to European Integration. Science and technology in Central and Eastern Europe at the Beginning of the 21st Century*. Lit Verlag Munster, pp. 259-283.
- Simeonova, K. 2004. Bulgaria : the Long Road to a New Innovation System. Dans : Werner Meske (dir. Publ), *op. it*. Lit Verlag Munster, pp. 283-307.
- Slaus, I. 1998. Including our Expatriates in our R & D Programme. *Tehnika*, 43, pp. 1085-1091
- Trajković, D. 2001. Encouraging International Collaboration in Research Programmes. Dans : Actes de la Conférence sur la restauration de la coopération scientifique en Europe du Sud-Est (UNESCO), Venise, pp. 117-126.
- Turquie (gouvernement de la). *Politique scientifique de la Turquie 1983-2003*.
- . *Politique scientifique et technologique de la Turquie 1993-2003*.
- . 1995. *La Dynamique de la science et de la technologie*.
- UNESCO. 1996. *The Development of Albanian S & T Policy*. UNESCO et PNUD, août 1996.
- Watson, R.; Crawford, M.; Farley, S. 2003. *Strategic Approaches to Science and Technology in Development*. Policy Research Working Paper. Banque mondiale. http://econ.worldbank.org/files/25709_wps3026.pdf.

Georgi Dimitrov Angelov, titulaire d'un doctorat, est directeur de recherche du Centre d'études scientifiques et d'histoire des sciences de l'Académie bulgare des sciences et chargé de cours sur la sociologie de l'éducation, la science et la technologie et la politique d'innovation à la Nouvelle Université bulgare. En 1992, il était le principal spécialiste de la politique scientifique au ministère des Sciences et de l'Éducation. La même année, il est devenu directeur du Centre national d'éducation et d'études scientifiques dépendant du ministère – devenu ministère de l'Éducation, des Sciences et des Technologies –, poste qu'il a occupé jusqu'en 1996.

Georgi Angelov est l'auteur de plus de cinquante publications dans le domaine des études scientifiques et de la politique de la science. Ses principaux champs d'investigation sont la coopération scientifique internationale, la politique de l'innovation et les systèmes nationaux et régionaux d'innovation.

Kostadinka Ivanova Simeonova, docteur ès sciences, est directrice du Centre d'études scientifiques et d'histoire des sciences de l'Académie bulgare des sciences depuis 1995. Elle est membre de la Commission supérieure de délivrance des titres scientifiques et expert national dans le cadre du sixième programme-cadre de l'Union européenne pour la période 2003-2007 (priorité 7).

Kostadinka Simeonova est membre du conseil de rédaction de la revue *Stratégies des politiques éducatives et scientifiques* et est l'auteur de plus de cent publications dans les domaines des études scientifiques et de la politique de la science. Ses recherches s'intéressent essentiellement à la politique scientifique, à l'évaluation de la recherche et à la méthodologie de la science.

Ivo Slaus, titulaire d'un doctorat, est professeur de physique à l'Institut Rudjer Boskovic depuis 1968. Au cours de sa carrière de chercheur, il s'est principalement intéressé à la physique nucléaire et des particules, à la physique médicale (produits radiopharmaceutiques et radiothérapie) et à la politique scientifique. Dans ce dernier domaine, il a participé activement à la création de centres internationaux et a encouragé l'établissement de liens avec les scientifiques de la diaspora.

Ivo Slaus a occupé le poste de secrétaire pour les questions internationales de l'Académie des sciences et des arts croate entre 1992 et 1997 et est membre de l'Académie depuis 1977. Il est membre fondateur de l'Academia Europaea (depuis 1988) et en a présidé la section de physique de 1990 à 1994. Il est actuellement président de l'antenne croate du mouvement Pugwash et directeur général adjoint du Centre interuniversitaire de Dubrovnik.

La Fédération de Russie

INTRODUCTION

La science russe est réputée pour ses succès en recherche fondamentale et expérimentale et pour les solutions qu'elle a trouvées à d'importants problèmes théoriques et techniques au niveau tant national qu'international. Les chercheurs russes fondent traditionnellement leurs projets théoriques sur des recherches originales d'un haut niveau intellectuel.

Au cours de la dernière décennie, la science russe s'est heurtée à de sérieux problèmes dus à la mutation de l'économie russe consécutive à la désintégration de l'Union des républiques socialistes soviétiques (URSS) en 1991. Les crédits destinés aux activités scientifiques et techniques ont soudain été fortement réduits et les dépenses militaires ont fait l'objet de coupes sombres.

Malgré ce contexte défavorable, la science russe s'est adaptée aux nouvelles réalités socio-économiques, faisant preuve de sa vitalité et de sa capacité d'adaptation. La vie scientifique et universitaire est devenue plus ouverte et plus démocratique dans tout le pays, la coopération internationale dans les domaines de la science et de la technologie (S & T) s'est fortement développée, les activités universitaires ont cessé d'être assujetties à l'idéologie et les réglementations administratives ont été assouplies. Les sources de financement des projets scientifiques et techniques des universités se sont diversifiées.

Le financement est maintenant fondé sur la compétition et le mérite, l'accent étant mis sur les grandes écoles scientifiques¹, sur les domaines et les objectifs de recherche les plus prioritaires, sur les chercheurs de haut niveau et sur les centres académiques et éducatifs novateurs. D'importantes mesures ont été prises pour intégrer les établissements d'enseignement supérieur et les centres de recherche scientifique fondamentale et pour attirer les jeunes dans les institutions académiques en accordant, entre autres incitations, des aides financières supplémentaires aux étudiants de troisième cycle, aux doctorants et aux chercheurs.

En dehors du problème chronique de l'insuffisance des fonds publics, la science russe a connu d'autres problèmes graves à

la fin du ^{xx}e siècle : la faible demande industrielle de projets fondés sur la S & T, la fuite des cerveaux, le manque de prestige des professions académiques dans l'opinion publique et le vieillissement rapide de la communauté universitaire.

Entre 1990 et 2002, le nombre de personnes employées dans la recherche et dans d'autres activités académiques a diminué de 55,2 %. En chiffres absolus, cela signifie que la science russe a perdu 1 072 500 personnes qualifiées. Dans le classement des pays selon la proportion de personnes travaillant dans les domaines académiques, la Russie se situe aujourd'hui au neuvième rang mondial, derrière la Finlande et l'Islande.

Le nombre d'universitaires au stade le plus productif de leur carrière a fortement diminué. L'âge moyen d'un professeur ou d'un chargé de cours d'un établissement d'enseignement supérieur se situe maintenant autour de 60 ans, contre de 40 à 45 ans auparavant. L'image très prestigieuse dont jouissaient en Russie les universitaires de tous niveaux – image encore plus prestigieuse que dans les autres pays du monde – appartient au passé.

CHANGEMENTS DANS LE DOMAINE DE L'ENSEIGNEMENT

On peut estimer que le nombre énorme d'universités et autres établissements d'enseignement supérieur nouvellement créés en Russie représente une perte pour la science et la vie académique russes. D'une façon générale, cette croissance institutionnelle ne s'est pas accompagnée d'une amélioration du niveau de l'enseignement ou des activités scientifiques. Ces dernières années, 3 200 établissements privés d'enseignement supérieur et leurs antennes ont commencé à fonctionner dans la Fédération de Russie, à côté des nouveaux campus des universités publiques existantes. Il en est résulté un décalage entre la demande réelle, émanant de la société, de main-d'œuvre professionnelle très qualifiée, et le nombre des diplômés de l'enseignement supérieur. Le nombre d'étudiants est monté en flèche en quelques années pour atteindre le ratio de 410 étudiants pour 10 000 habitants.

1. Les « écoles scientifiques » ont été créées sous l'ancien régime soviétique et existent toujours aujourd'hui. Une école scientifique regroupe des chercheurs travaillant sous la direction d'une personnalité connue dans leur domaine de recherche et qui est souvent leur directeur de thèse de doctorat et de postdoctorat en sciences.

Le déséquilibre entre l'offre et la demande d'enseignement supérieur et l'augmentation imprévue et imprévisible du nombre de diplômés de l'enseignement supérieur, au niveau souvent médiocre, constituent des tendances négatives.

La situation en ce qui concerne les diplômes universitaires décernés sur présentation d'un mémoire ou d'une thèse a également évolué. Le nombre de diplômés est en forte hausse, alors que celui des thèses achevées n'a pas augmenté. Et, surtout, cette évolution s'est accompagnée d'une dégradation de la qualité des thèses, reflétant la baisse de niveau de la recherche fondamentale. Le choix des disciplines a également changé : alors qu'en 1991 71 % des thèses relevaient des sciences exactes et 29 % des lettres et des sciences sociales, en 2001 ces pourcentages s'établissaient à 54 % et 46 % respectivement. La situation est similaire dans le cas du second diplôme universitaire (doctorat d'État) : en 2003, plus de la moitié des thèses soutenues pour ce diplôme concernaient les lettres et les sciences sociales. Selon les données portant sur le premier trimestre de 2004, les deux tiers des thèses de lettres et sciences sociales portaient sur la gestion et le droit. D'une façon générale, les thèses soutenues dans ces disciplines n'ont que peu ou pas de valeur scientifique, mais elles sont utiles à ceux qui sont désireux d'affirmer leur statut dans le monde de la politique et des affaires.

FUITE DES CERVEAUX

Entre 1989 et 2000, plus de 20 000 universitaires qui occupaient précédemment des emplois de chercheurs et d'assistants de recherche ont quitté la Russie, et 30 000 autres spécialistes travaillent actuellement à l'étranger sous contrat. Beaucoup de ces derniers n'envisagent pas de rentrer en Russie, où les rémunérations des universitaires sont beaucoup plus basses qu'à l'étranger. Les chercheurs russes expatriés sont pour la plupart des spécialistes des domaines les plus avancés et à la plus forte intensité de recherche des technologies de pointe – mathématiques, technologie de l'information, physique, biophysique, virologie, génétique, biochimie – dont dépend pour une bonne part le progrès social et technologique de la société.

La science est bien sûr, de par sa nature même, internationale. L'histoire connaît de nombreux cas de chercheurs russes qui, en travaillant dans des laboratoires internationaux ou en

collaboration avec des centres académiques internationaux, ont obtenu des résultats remarquables et apporté de notables contributions au progrès de la science, enrichissant et renforçant ainsi les écoles scientifiques russes. Le premier nom qui vient à l'esprit à cet égard est celui de l'académicien Kapitsa (1894-1984), prix Nobel de physique, qui, grâce au matériel qu'il a rapporté de Cambridge, avec des thèmes de recherche de pointe, a exercé une influence considérable sur le développement de la physique et la création d'académies des sciences en Russie.

Le travail accompli par les chercheurs russes du CERN – Organisation européenne pour la recherche nucléaire – constitue un bon exemple actuel de coopération. Dans les sites d'expérimentation du CERN, quelque 7 000 spécialistes représentant 500 organismes scientifiques de 80 pays mènent des recherches et des expériences. Environ 10 % de ces spécialistes sont russes. Ceux-là ont le sentiment d'être les représentants des traditions scientifiques russes, faisant progresser la science et opérant dans des domaines auxquels s'intéressent les académies russes. Le pourcentage de scientifiques russes ayant quitté leur pays dans le cadre de cette coopération est faible, ce qui montre que, lorsqu'il est bien organisé, le travail des spécialistes russes à l'étranger peut être mutuellement bénéfique.

Un moyen de développer les ressources humaines nécessaires à la recherche universitaire et scientifique en Russie consiste à maintenir des relations et à intensifier la coopération avec la diaspora académique russe. Il est particulièrement important de garder le contact avec les pays de la Communauté des États indépendants (CEI), fondée après la désintégration de l'Union soviétique, en offrant aux jeunes talents de la CEI la possibilité de faire des études dans des universités russes.

L'État a pris plusieurs mesures positives qui ont eu généralement pour effet de réduire le nombre de personnes quittant les académies ou la Russie pour faire carrière à l'étranger. Les principales initiatives ont été la mise en place de fondations pour financer la science au milieu des années 90, et le lancement de programmes fédéraux de soutien de la recherche universitaire. On peut citer, par exemple, les bourses de postdoctorat du président de la Fédération de Russie destinées à de jeunes chercheurs russes et à leurs conseillers universitaires (300 par an), les bourses du président de la Fédération de Russie destinées à

de jeunes docteurs d'État (100 par an), les bourses du président de la Fédération de Russie destinées à de jeunes chercheurs issus des meilleures académies russes et aux académies elles-mêmes (plus de 700 groupes de chercheurs par an), une Fondation russe pour un programme de recherche fondamentale à l'intention des jeunes chercheurs et des étudiants de premier et deuxième cycles (MA) (2 000 bourses de 1 000 dollars des États-Unis d'Amérique par an), le Programme fédéral d'intégration de la science et de l'enseignement supérieur pour 2002-2006, la Fondation pour la promotion de l'entrepreneuriat dans le cadre du Programme scientifique et technique, et les bourses du ministère de l'Éducation et de la Science de la Fédération de Russie destinées à de jeunes chercheurs (d'une valeur de 91 millions de roubles par an, soit l'équivalent de 3,2 millions de dollars).

SITUATION ACTUELLE

Il existe aujourd'hui en Russie près de 4 000 organismes scientifiques et de recherche, dont plus de 400 universités (la Russie compte en tout plus de 1 000 établissements d'enseignement supérieur, 1 200 institutions de recherche d'État et 450 institutions de l'Académie des sciences de Russie). Il y a en Russie 291 800 professeurs et chargés de cours et, au total, les chercheurs et les spécialistes sont au nombre d'environ 400 000. Il y a plus de 32 000 docteurs d'État, plus de 135 000 titulaires d'un doctorat et environ 136 000 doctorants. Il est à noter que, pour plus de 300 villes russes, le complexe enseignement supérieur-science-académies constitue le principal employeur et la principale ressource intellectuelle et source potentielle de développement socio-économique.

En 2002, la dépense intérieure brute de recherche-développement (DIRD) s'est élevée à quelque 135 milliards de roubles – 58 % venant du budget fédéral, près de 33 % des entreprises et 0,4 % de l'enseignement supérieur et d'organismes à but non lucratif. Le financement de la recherche est assuré à hauteur de 8 % par des sources internationales. Ces dernières années, une série de mémorandums de coopération ont été signés avec 53 entités/organismes publics et privés de la Fédération de Russie. Le montant des ressources allouées par les budgets régionaux à la recherche et à d'autres travaux scientifiques s'élève maintenant à 3 milliards de roubles par an.

La science russe a réussi non seulement à conserver ses ressources humaines et ses académies, mais aussi à former et à promouvoir des directeurs de recherche au fait des méthodes modernes. Les formes d'organisation sont en train de changer. Une partie du milieu académique se rapproche de l'industrie tandis qu'une autre s'engage davantage dans l'enseignement supérieur. On constate chez les jeunes un intérêt croissant pour les sciences exactes et les technologies matérielles. L'Académie des sciences de Russie – centre scientifique et technologique unique dans ce pays – est parvenue à rester intacte. Il est envisagé d'intégrer à l'avenir les instituts qui en relèvent à des établissements d'enseignement supérieur afin de fonder des universités de recherche. L'idée est de créer des universités bien organisées et gérées dispensant un enseignement de qualité tout en menant des recherches de pointe. La principale université russe – l'Université d'État Lomonossov de Moscou – est un exemple de ce type d'université de recherche classique, répondant aux normes internationales sur pratiquement tous les points.

Les questions concernant la politique de l'État dans le domaine de la science fondamentale et appliquée, ainsi que les questions touchant ceux qui s'occupent de former les ressources humaines destinées à la recherche académique, retiennent de plus en plus l'attention des plus hautes autorités russes. La réunion du Conseil de la science et des technologies de pointe, relevant du président de la Fédération de Russie, qui s'est tenue le 9 février 2004, a porté essentiellement sur le potentiel scientifique. Son ordre du jour comportait une analyse détaillée de la situation des ressources humaines de la S & T en Russie, afin de permettre au Conseil de définir les problèmes majeurs et de proposer des mesures propres à préserver et à valoriser le potentiel académique.

Il faut partir du système éducatif pour atteindre cet objectif. La Russie dispose d'un système d'institutions éducatives structuré par niveaux d'enseignement (lycées, établissements d'enseignement supérieur et formation en cours d'emploi) qui a fait ses preuves. Il existe une longue tradition de détection des jeunes talents au moyen de divers concours, de projets académiques destinés aux jeunes et d'internats spécialement destinés aux lycéens les plus doués. Cette action doit être poursuivie et intensifiée pour que la stratification de plus en plus marquée de la société russe n'empêche pas les jeunes talents – en particulier ceux des

petites villes et des régions rurales – de recevoir une éducation de qualité.

La science russe est encore peu innovante, ce qui rend d'autant plus importante la mise en place d'une infrastructure novatrice pour la science, la technologie et l'éducation. Cette infrastructure devrait comprendre de petites entreprises au capital d'amorçage limité et des centres de transfert des technologies de pointe, sur la base de partenariats de recherche intégrés entre les universités et l'Académie des sciences. Elle devrait aussi comprendre des parcs de recherche-développement (R & D) et des « zones d'innovation » entourant les centres scientifiques, qui pourraient obtenir le statut de zones franches économiques.

Le 24 février 2004, lors d'une réunion conjointe spéciale, le Conseil de sécurité et le Présidium du Conseil d'État de la Fédération de Russie ont examiné les questions relatives à la mise en place d'un système national d'innovation. Il est hautement prioritaire pour la Russie d'aujourd'hui de développer les activités innovantes et de créer les conditions structurelles et économiques propres à accélérer l'exploitation des progrès scientifiques dans divers secteurs de l'économie. Il faudra surtout surmonter les préjugés qui prévalent dans certaines régions de la Russie, de manière à faire du soutien actif à la science un des principaux leviers de l'innovation.

L'infrastructure moderne des centres de R & D innovants dans les établissements d'enseignement supérieur comprend un millier de centres régionaux couvrant divers domaines et disciplines (centres académiques et éducatifs, observatoires, jardins botaniques et stations biologiques, musées universitaires, etc.). Dans le même temps, on voit se mettre en place un nouveau réseau de bureaux d'études, de sociétés d'ingénierie et d'entreprises axées exclusivement sur les technologies de pointe.

L'infrastructure de promotion de l'innovation scientifique comprend à présent 76 parcs de recherche-développement, 15 centres d'innovation éducative et technologique faisant partie d'universités, 11 centres de transfert de technologies, 16 centres régionaux de formation à une gestion innovante, 12 centres régionaux d'information analytique, 10 centres régionaux d'innovation, 12 centres régionaux d'aide au développement de

l'entreprenariat dans le domaine de la R & D et une fondation pour la promotion de l'innovation dans l'enseignement supérieur.

ÉVOLUTIONS FUTURES

La Russie a commencé à créer un environnement propice à de nouveaux types d'activités de R & D. On a vu apparaître progressivement des structures innovantes capables à la fois de générer de nouvelles connaissances et d'en faire des projets présentant un intérêt commercial. Des entreprises prospères financent des programmes de R & D en participant à d'énormes projets d'investissement. Simultanément, certains des organismes participant à la production de technologies de pointe sont en train de s'intégrer dans la sphère technologique mondiale.

L'État a également pour politique d'améliorer le statut de la science et de l'éducation en encourageant les entreprises technologiques de pointe et l'exportation de leurs produits. Cela a pour effet de transformer la science russe en jetant les bases d'un modèle de croissance économique totalement différent.

La Russie devra avant tout créer un système permettant de générer de nouvelles connaissances grâce à un afflux de spécialistes, et trouver des moyens d'utiliser et d'appliquer les résultats des recherches dans les nouvelles technologies. Les principales universités du pays et ses principaux centres de R & D, entourés de zones spéciales d'activités économiques innovantes, devraient constituer la base de ce système. C'est là que seront déployés les efforts conjoints portant à la fois sur la formation théorique et pratique des spécialistes, les recherches hautement prioritaires, leur mise en œuvre dans l'industrie et les nouvelles applications commerciales.

Cela permettra de créer les conditions voulues pour revitaliser et aider les ressources humaines nécessaires à l'essor de la science et des industries de pointe nationales. C'est alors seulement que la Russie pourra passer de la situation actuelle, dans laquelle elle exporte du personnel ou des idées de recherche potentiellement nouvelles, au stade où les résultats de recherche se matérialiseront dans des exportations de technologies de pointe. C'est alors seulement que la Russie pourra véritablement tenir son rang parmi les pays développés de la planète.

VICTOR SADOVNICHY

HISTOIRE CONTEMPORAINE DES SCIENCES APPLIQUÉES

L'état actuel de la recherche scientifique appliquée dans la Fédération de Russie et son évolution reflètent les profonds changements qu'a connus la structure politique et économique du pays de 1917 à 1991. Parallèlement à sa transformation politique et économique, la Russie a depuis 1991 assisté à l'anéantissement de son système bien établi de R & D fondamentale et appliquée. La réforme économique et institutionnelle de la science russe de 1991 à 2003 peut être décrite comme un processus en trois temps.

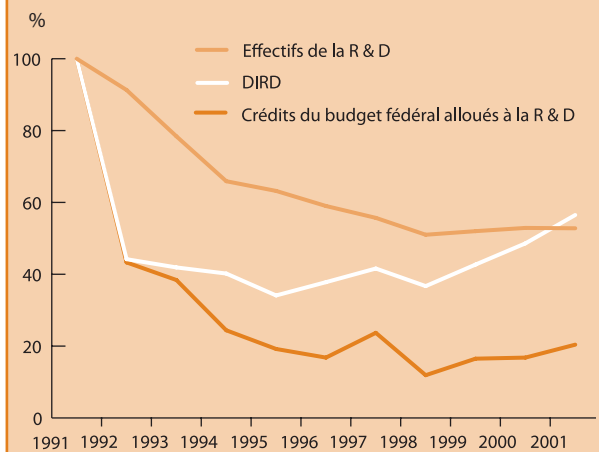
Durant la première phase (janvier 1992-août 1998), la plupart des sources nationales de financement ont été rapidement privatisées, les prix des biens et services ont été libérés et une économie de marché a commencé à se mettre en place. Il en est résulté une baisse considérable de la production industrielle et du produit national brut (PNB), ainsi que des compressions des dépenses publiques. Le financement de la science a été réduit en conséquence. Les efforts ultérieurs de réformes institutionnelles dans le domaine scientifique ont échoué à cause des difficultés économiques et de l'incertitude sociale.

La deuxième phase a commencé par un fléchissement marqué de l'activité économique en août 1998, ce qui a eu pour effet de suspendre presque toutes les réformes institutionnelles de la science et de l'économie russes. Après 1998, la reprise

économique s'est accompagnée d'une certaine croissance de la production et d'une accélération de la modernisation technologique dans l'industrie.

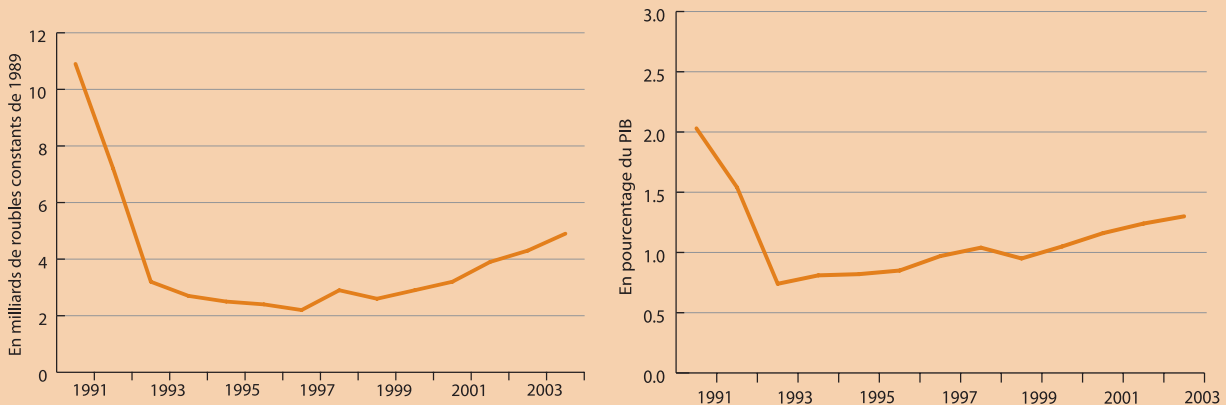
La troisième phase a commencé par une période de croissance économique en 2000 et 2001, qui a permis à un certain nombre

Figure 1
CAPACITÉS DE S & T DE LA FÉDÉRATION DE RUSSIE, 1991-2001 (1991=100)



Source : T. U. Kouznetsova et N. I. Dobretsova (dir. publ.) (2003), *Potentiel scientifique et niveau technique de la production : la Russie en chiffres* (en russe).

Figure 2
DIRD DANS LA FÉDÉRATION DE RUSSIE, 1990-2003



Source : T. U. Kouznetsova et N. I. Dobretsova (dir. publ.) (2003), *Potentiel scientifique et niveau technique de la production : la Russie en chiffres* (en russe).

d'entreprises de progresser dans le domaine de l'innovation technologique. C'est durant cette période qu'a été engagée une réforme effective du système de financement. En 2003-2004, le pays a connu une nouvelle réorganisation administrative, qui s'est étendue au système de gestion de la science par l'État.

RÉORGANISATION ET INSTABILITÉ

Un problème général qu'a connu la Russie durant cette dernière phase a été la grande instabilité organisationnelle du contrôle de l'État sur la R & D appliquée. C'est ainsi qu'en 1991 le Comité d'État de l'URSS pour la science et la technologie a été transformé en Comité d'État pour la science et l'ingénierie. Au début de 1992 a été créé le ministère de la Science, de l'Enseignement supérieur et de la Politique technologique de la Fédération de Russie. Réorganisé dès février 1993, il est devenu le ministère de la Politique scientifique et technologique, la responsabilité de l'enseignement supérieur étant confiée à un organisme officiel distinct. En 1996, le ministère de la Politique scientifique et technologique a cédé la place au Comité d'État de la Fédération de Russie sur la science et l'ingénierie, qui en 1997 a été réorganisé et rebaptisé ministère de la Science et de l'Ingénierie de la Fédération de Russie. En 2000, ce ministère a été transformé en ministère de l'Industrie, de la Science et de l'Ingénierie. Enfin, en 2003-2004, dans le cadre de réformes administratives, a été créé un nouveau ministère de l'Éducation et de la Science chargé de la recherche et de l'enseignement scientifiques.

Chaque réorganisation d'un ministère ou d'un comité d'État entraîne des modifications considérables de sa fonction, de sa structure interne et de son administration, particulièrement au niveau des hauts fonctionnaires chargés des différentes unités structurelles d'une institution. Dans le domaine scientifique, les changements de personnel de haut niveau ont été encore plus fréquents que dans les autres domaines. C'est ainsi que, durant la seule année 1998, trois ministres différents ont dirigé la recherche scientifique dans la Fédération de Russie.

Pour compliquer encore les choses, lorsque l'on veut analyser et interpréter les statistiques officielles relatives aux changements apportés à la R & D appliquée dans la République de Russie, il faut prendre en compte les imperfections liées aux déficiences structurelles générales des statistiques nationales russes. À la

fin des années 90, la conversion aux normes internationales d'observation statistique a posé certains problèmes, qui ne sont toujours pas résolus. Selon les experts, les informations disponibles sur l'état et le développement de la S & T russe ne permettent pas aux chercheurs de résoudre les problèmes qu'ils rencontrent dans leur travail et elles ne permettent pas non plus de procéder à l'évaluation qui doit précéder les décisions administratives. Les données statistiques posent des problèmes d'application et d'interprétation à leurs utilisateurs, tandis que d'autres données paraissent sujettes à caution ou contradictoires. En 2003, ce problème a été étudié par des spécialistes de l'Institut de recherche scientifique sur l'économie, la politique et le droit, qui relève de la sphère de S & T du ministère de l'Industrie, de la Science et de la Technologie de la Fédération de Russie.

Il a également été dit que les informations disponibles sont simplistes et ne tiennent pas compte des changements et des réformes que connaît le pays, et que des chiffres importants font par ailleurs défaut. De fait, les statistiques nationales sur la science sont très loin de couvrir le champ défini par la loi fédérale sur la science de 1996. Le choix et la répartition des institutions menant des activités de R & D dans un certain secteur d'activité sont conformes aux normes internationales, mais, en réalité, ils ne reflètent pas les spécificités structurelles de la science russe.

Tout cela entrave l'analyse objective d'une situation déjà complexe. On dispose cependant d'une quantité suffisante d'informations fiables sur les principales caractéristiques et tendances de la S & T et de la recherche appliquée dans la Fédération de Russie entre 1991 et 2003 pour procéder à une évaluation générale.

ÉVALUATION SUCCINCTE DU POTENTIEL DE S & T DE LA RUSSIE EN 1991

Le développement de la recherche appliquée au cours de la période 1991-2004 a été déterminé dans une large mesure par la nature du contexte historique de la Fédération de Russie. Le mode de gestion de la science en général durant cette période a été profondément marqué par les années finales de l'existence de l'URSS. Les dépenses consacrées au développement de la science représentaient 3,8 % du budget national en 1988, 1,99 % en 1990 et 1,85 % en 1991. Ces chiffres sont très proches de ceux

des principaux pays développés en ce qui concerne le financement public de la recherche scientifique. Toutefois, la structure de la S & T en URSS de 1917 à 1991 et son évolution ont été profondément différentes de ce qu'elles ont été aux États-Unis d'Amérique et dans les autres pays occidentaux.

En premier lieu, toutes les institutions s'occupant de recherche fondamentale et appliquée durant cette période appartenaient à l'État et opéraient dans le cadre d'un système d'administration et de financement étatiques et d'une économie planifiée. La S & T russe ne pouvait progresser que dans le respect des limites et des règles fixées par un gouvernement qui, fondamentalement, n'avait pas de comptes à rendre à la population. Il est généralement admis que les dirigeants du pays considéraient comme une grande réussite de l'État totalitaire le fait que les autorités aient pu organiser la R & D dans chaque domaine de la science fondamentale et appliquée (« offensive tous azimuts »). De fait, aucun pays doté d'une économie de marché et d'un système politique rendant des comptes à ses citoyens ne pourrait se permettre une telle concentration de ressources visant à résoudre les grands problèmes de S & T en sacrifiant la consommation et en imposant de pénibles conditions de vie à sa population. Avec ses décisions autoritaires (c'est-à-dire dépourvues de fondement économique ou scientifique), l'appareil d'État communiste n'avait pas besoin de l'approbation de ses citoyens, dont les intérêts étaient donc effectivement méconnus. Les opposants au système étaient non seulement soumis à la répression politique, mais encore éliminés physiquement par les organes de sécurité de l'État. Les dirigeants de l'URSS ont pu créer un énorme potentiel de S & T, soutenu et alimenté par la recherche fondamentale et appliquée organisée dans les principaux domaines de la S & T, et ce en très peu de temps.

En deuxième lieu, tous les organismes s'occupant de R & D fondamentale et appliquée et de développement étaient divisés en trois secteurs autonomes : institutions académiques, établissements d'enseignement supérieur et organismes industriels. Les premières faisaient partie intégrante de l'Académie des sciences de l'URSS et des académies industrielles du pays. Les sections scientifiques des établissements d'enseignement supérieur relevaient des services ministériels auxquels chacun était rattaché. La recherche scientifique industrielle, les laboratoires chargés d'élaborer des

projets, les bureaux d'études techniques et autres organismes similaires relevaient des ministères et des autres départements contrôlant les divers secteurs de l'économie nationale.

Les dirigeants nationaux assignaient des fonctions différentes aux trois secteurs. Les institutions scientifiques académiques étaient chargées de la recherche fondamentale dans les sciences exactes et naturelles et les sciences sociales (encore que, en réalité, la recherche appliquée ait également occupé une place importante dans leurs activités). L'enseignement supérieur scientifique était essentiellement responsable du processus éducatif, il n'avait pas de liens suffisants avec l'industrie, manquait systématiquement de crédits et ne disposait ni du matériel ni des moyens d'expérimentation et de production nécessaires. Les éléments constitutifs des établissements d'enseignement supérieur (laboratoires, groupes de scientifiques, etc.) n'étaient pas des organismes scientifiques autonomes, et leurs activités de recherche fondamentale et appliquée avaient une portée limitée.

En revanche, les organismes scientifiques industriels faisaient de la recherche scientifique appliquée et étaient également responsables de l'application des résultats de la recherche fondamentale. Ils jouaient le rôle principal dans les nouveaux projets technologiques et fournissaient un appui technique à la production expérimentale faisant appel à des technologies nouvelles. Le secteur scientifique industriel de l'URSS comprenait de puissants systèmes départementaux d'instituts de R & D, d'organismes technologiques et d'élaboration de projets, d'usines pilotes, etc. Ce secteur employait 75 % des spécialistes du pays dans le domaine de la R & D scientifique. Les organismes de ce secteur effectuaient 80 % de la recherche scientifique nationale (dont près de 25 % de la recherche fondamentale), 75 % de la recherche appliquée et environ 90 % de la R & D. La science industrielle occupait ainsi la première place dans les activités de S & T de l'URSS.

En troisième lieu, la répartition des institutions scientifiques en URSS entre certains ministères et départements ne reflétait pas adéquatement leur statut et la nature de leurs activités. La R & D appliquée était également divisée entre le secteur de la défense (militaro-technique) et le secteur civil. La R & D appliquée dans le domaine de la défense avait la priorité absolue.

La part de la défense représentait plus de 60 % (80 % selon certaines estimations) de l'ensemble des activités de S & T. Les institutions menant des recherches dans ce domaine relevaient du secret défense, quel que soit le département auquel elles appartenaient. Elles avaient à leur disposition le personnel le plus qualifié et le plus compétent, et les meilleurs moyens logistiques et de maintenance ; elles dépensaient la plus grande part des crédits scientifiques généraux de l'URSS et faisaient procéder à des recherches fondamentales qui ouvraient de nouvelles perspectives en matière de R & D. Le personnel travaillant pour la défense était également mieux payé et donc plus motivé que celui du secteur civil de la science appliquée.

Tous ces facteurs faisaient que la recherche fondamentale et appliquée dans le domaine militaro-technique était très efficace. Le haut niveau de la R & D et de l'appui scientifique au génie militaire a permis à l'URSS d'être le numéro un mondial dans de nombreux domaines de la S & T. L'industrie soviétique produisait en série les meilleures armes légères et pièces d'artillerie du monde. Les sous-marins nucléaires comportaient des perfectionnements qui n'ont toujours pas été dépassés. L'URSS concevait les meilleures fusées et munitions nucléaires ainsi que les meilleurs moyens de défense aérienne et systèmes spatiaux militaires du monde. Tous ces types d'armements illustraient les développements les plus récents de la S & T dans pratiquement tous les domaines. Ces matériels étaient souvent supérieurs à ce que les pays occidentaux faisaient de mieux. C'est pour les besoins du secteur de la défense que des machines de précision programmables très efficaces et beaucoup d'autres matériels perfectionnés ont été conçus et fabriqués.

Les solutions à d'importants problèmes militaro-techniques nécessitaient parfois la création de nouvelles industries. C'est ainsi que la construction de navires à propulsion nucléaire et l'ingénierie aérospatiale ont fait naître un vaste secteur industriel chargé de produire des alliages de titane et des produits dérivés, ce qui a exigé de nouvelles ressources ainsi que la création d'un nouveau cycle technologique allant de la métallurgie au soudage du titane, etc.

D'autre part, de la fin des années 80 au début des années 90, la situation économique du pays est devenue éminemment paradoxale. Les progrès techniques et technologiques résultant

de la recherche fondamentale et appliquée menée en URSS n'étant généralement pas mis à profit par l'industrie, ils ne contribuaient aucunement au développement économique réel du pays et à l'expansion de sa capacité de S & T. Cela apparaissait clairement dans les secteurs civils de l'économie nationale, mais les entreprises du complexe militaro-industriel étaient souvent peu disposées à s'adapter à des technologies et des matériels nouveaux. Durant toute son histoire, l'URSS n'est jamais parvenue à résoudre le problème de l'inadaptation de son industrie et de son économie au progrès scientifique et technologique.

Le régime communiste imputait le manque apparent de progrès à l'inaction des scientifiques, qui étaient jugés indifférents aux applications pratiques et accusés de ne pas faire le nécessaire pour adapter les nouveaux progrès scientifiques à l'industrie. Les dirigeants du parti déclaraient fréquemment que les groupes et organismes scientifiques n'étaient composés que d'« intellectuels ».

En réalité, le fond du problème était que certains responsables de l'économie n'accordaient guère d'attention aux lois du développement économique. Une main-d'œuvre bon marché, des ressources pratiquement gratuites (l'énergie, les matériaux et les composants n'étaient pas achetés à des prix économiquement justifiés, mais distribués sur demande aux usines et aux établissements en fonction des fonds disponibles), ainsi qu'un système complexe de fixation des prix qui n'encourageait pas les entreprises à améliorer la productivité de leur main-d'œuvre ou la qualité de leur production, c'était là autant de sérieux obstacles à une élévation du niveau de la production scientifique et technologique, même si l'industrie pouvait en principe avoir accès aux résultats de la R & D et les utiliser librement. De 1975 à 1985, l'efficacité économique de la R & D (l'indicateur utilisé étant le rapport entre les améliorations de la production à forte intensité de savoir et les coûts de la R & D) a diminué en moyenne de 3 % par an. En 1991, il était devenu urgent de réformer le domaine de la R & D pour réaliser des gains d'efficacité.

Une autre contradiction moins évidente mais néanmoins fondamentale de l'État soviétique tenait au manque de motivation croissant des chercheurs scientifiques. En dehors des considérations économiques, l'absence de libertés publiques élémentaires, la répression idéologique des formes de culture jugées indésirables

par les autorités, la bureaucratisation croissante de la science et l'absence de liberté de création étaient autant de causes de découragement. Le dogme de l'hégémonie de la classe ouvrière dans la vie politique nationale n'aidait pas à résoudre la profonde contradiction existant entre, d'une part, le statut politique et économique effectif des scientifiques et, d'autre part, leur rôle croissant dans la création de nouveaux produits à forte intensité de savoir. Après avoir accompli la tâche historique (en payant pour cela un prix terriblement élevé) consistant à rattraper son retard dans le domaine industriel, la Russie n'est pas parvenue, avec son système politique répressif, à passer du stade industriel au stade postindustriel.

LA RÉFORME DE LA RECHERCHE EN S & T ENTRE 1992 ET 1998

Après la désintégration de l'Union soviétique, la grande majorité des organismes de recherche fondamentale et appliquée qui représentaient l'essentiel du potentiel scientifique et technologique du pays est restée sur le territoire de la Fédération de Russie. Celle-ci a conservé 70 % du personnel du secteur d'activité économique appelé en URSS « Science et gestion scientifique » ; 445 000 chercheurs relevant de ce secteur et 80 % de ses crédits de base sont devenus l'« héritage soviétique » de la Fédération de Russie. Environ 77 % de l'ensemble des activités de R & D étaient menées dorénavant dans la Russie postsoviétique, qui comptait également plus de 68 % des spécialistes et plus de 90 % des institutions scientifiques de l'Académie des sciences de l'URSS.

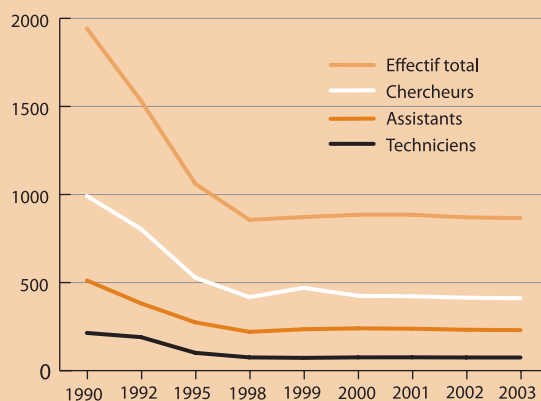
Un des principes cardinaux de la politique officielle du gouvernement russe en matière scientifique entre 1991 et 1998 a été une recommandation de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) de réduire le potentiel scientifique « excessif » hérité de l'URSS. Cette tâche était censée être menée à bien dans le cadre des réformes institutionnelles auxquelles la priorité a été donnée au début des années 90. Certains experts estiment qu'à cette époque la croissance économique ne venait qu'au troisième ou au quatrième rang des priorités de développement de la Russie (Ouzyakov, 2000).

En 1992, de nombreux organismes russes s'occupant de recherche scientifique et de l'élaboration de projets ont été privatisés et certains d'entre eux se sont lancés dans des activités

plus rentables, conformément aux vœux de leurs propriétaires. Certains organismes scientifiques ont mis fin à leurs activités de R & D ou réduit leurs travaux de recherche appliquée pour s'orienter vers d'autres activités. La privatisation des ressources de base servant à financer la R & D en Russie a été motivée notamment par leur valeur. En 1989, la valeur de ce financement, y compris celui des activités expérimentales, représentait 5,1 % des crédits destinés au secteur manufacturier de l'URSS, soit 25,3 milliards de roubles (aux prix de 1990). Cette tendance n'a cessé qu'après que le gouvernement eut adopté en juin 1994 la Réglementation relative à la privatisation des entités de S & T, qui a fixé les règles concernant leur cession sur une base commerciale ou à titre d'investissement.

Il n'empêche que, contrairement aux attentes des réformateurs de l'économie russe, la privatisation du financement et des organismes de R & D n'a pas entraîné de gains d'efficacité, mais a eu en fait l'effet inverse. Une fois les organismes scientifiques et les entreprises industrielles à forte intensité de savoir privatisés, les résultats obtenus sous l'impulsion des marchés par la recherche appliquée à court et à moyen terme ont commencé à susciter un intérêt croissant. En même temps, les investissements dans la

Figure 3
PERSONNEL DE R & D DANS LA FÉDÉRATION DE RUSSIE, 1990-2003
En milliers



Source : T. U. Kouznetsova et N. I. Dobretsova (dir. publ.) (2003), *Potentiel scientifique et niveau technique de la production : la Russie en chiffres* (en russe).

recherche fondamentale et appliquée à long terme, sans valeur commerciale immédiate, ont fortement diminué. La demande d'inventions des entreprises industrielles a baissé de plus de 85 % en cinq ans. Durant la période 1992-1994, l'activité d'innovation des entreprises est tombée aux deux tiers de celle de l'URSS. La raison n'était plus l'« imperméabilité des entreprises au progrès scientifique et technologique », mais leur appauvrissement et le manque de ressources financières pour supporter le coût de la R & D dans un contexte où la demande de produits à forte intensité de savoir diminuait rapidement.

De 1992 à 1996, les coûts d'exploitation internes et les dépenses d'investissement consacrées à la R & D ont diminué des trois quarts. Cette période a été marquée par une tendance de plus en plus nette à réduire les crédits inscrits au budget fédéral sous la rubrique « Recherche fondamentale et contribution au

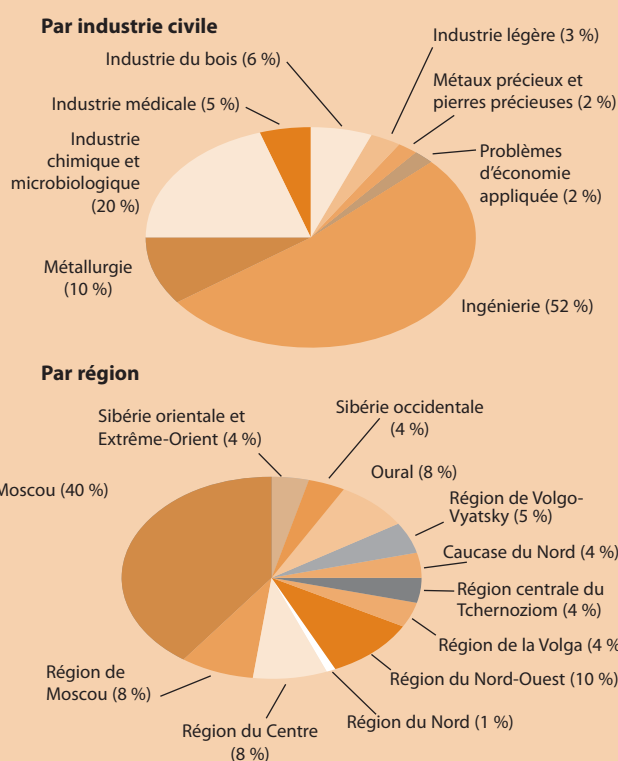
progrès de la S & T », ce qui a contraint un certain nombre d'organismes et d'entreprises scientifiques, pour pouvoir payer leur personnel, à procéder à des licenciements, à donner en location leurs locaux, à démonter et à vendre des équipements et du matériel coûteux, etc. Les hausses des prix des biens et des services et la modération salariale se sont généralisées, ce qui a entraîné une réduction des effectifs dans le domaine de la R & D scientifique.

En 1996, la loi fédérale relative à la science et à la technologie a été adoptée, suivie de plusieurs décrets destinés à servir de fondement juridique à la future réorganisation des activités de recherche et d'innovation en S & T en vue d'améliorer la compétitivité de la production.

Pour préserver le potentiel de S & T du pays, les dirigeants de la science et de l'industrie se sont efforcés de trouver les

Figure 4
ORGANISMES DE R & D DANS LA FÉDÉRATION DE RUSSIE, 1998
Par secteur industriel et région

Industrie	Nombre d'organismes
Constructions mécaniques	98
Technologies et industries chimiques	71
Électrotechnique	44
Métallurgie	31
Problèmes généraux et complexes des sciences techniques et appliquées et des secteurs de l'économie	31
Automatisation, télémécanique et calcul	29
Médecine et services de santé	25
Bois et industrie du bois	24
Appareils de mesure	23
Électronique et technologie radio	20
Extraction minière	18
Industrie légère	16
Biotechnologie	12
Agriculture et sylviculture	11
Économie de l'eau	10
Énergétique	9
Énergie nucléaire	7
Communication	6
Construction et architecture	6
Transports	5



Source : Annuaire statistique de la Russie (1998) ; La Recherche industrielle en chiffres (1999) (en russe).

Tableau 1
CONTRIBUTION DES DIFFÉRENTS SECTEURS
AU PIB DE LA FÉDÉRATION DE RUSSIE, 1998
En pourcentage des chiffres de 1990

	%
Produit intérieur brut (PIB)	54
Volume de la production industrielle	45
Industrie métallurgique	53
Industrie alimentaire	49
Industrie légère	12
Chimie et pétrochimie	42
Constructions mécaniques, bois et industrie du bois, matériaux de construction	35
Combustibles	66
Production d'électricité	76
Industrie manufacturière	40
Industries extractives	70
Consommation de services payés par la population	25
Nombre de voyageurs dans les transports publics	60
Production de services	81
Produits de base	45

Source : T. U. Kouznetsova et N. I. Dobretsova (dir. publ.) (2003), *Potentiel scientifique et niveau technique de la production : la Russie en chiffres* (en russe).

moyens de mieux adapter la recherche appliquée et l'innovation à l'économie de marché. À la fin des années 80, on avait déjà créé des technoparcs – associations d'organisations scientifiques et industrielles et de conception de projets, dotées de divisions d'information et d'expérimentation très développées et d'un personnel très qualifié. Ces technoparcs se sont révélés constituer une évolution positive dans le nouveau contexte socio-économique, dans la mesure où ils intégraient la science, l'enseignement et la production tout en stimulant l'innovation. En 1997, la Fédération de Russie en comptait une soixantaine.

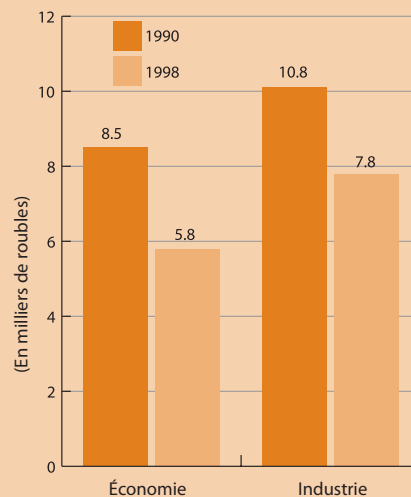
En 1993, le président de la Fédération de Russie a institué le statut de centre scientifique d'État (CSE) pour distinguer un certain nombre d'institutions et entreprises scientifiques de pointe dotées d'un matériel expérimental hors norme et d'un personnel très qualifié et auxquelles leurs recherches scientifiques avaient valu une renommée internationale (décret n° 939). En règle générale, ces CSE, absorbant plus de 40 % des ressources scientifiques et technologiques du pays, ont été créés au sein de

grandes organisations et entreprises industrielles opérant avec succès dans le nouveau contexte économique. De 1994 à 1997, 56 organismes scientifiques se sont vu attribuer le statut de CSE, ce qui reflétait dans une certaine mesure la priorité accordée dans la Fédération de Russie aux différents secteurs de la S & T. Ces entreprises opéraient notamment dans les secteurs suivants :

- chimie et nouveaux matériaux (7)
- industrie aérospatiale (4)
- construction navale, navigation et hydrophysique (6)
- sciences médicales et biologie (4)
- océanologie, météorologie, approvisionnement en eau et géohydrologie (3)
- informatique et instrumentation (5)
- constructions mécaniques (4)
- optoélectronique, systèmes laser, robotique, chimie spécialisée (5)
- complexe agro-industriel (4)
- complexe minier/métallurgique (4)
- bâtiment (1).

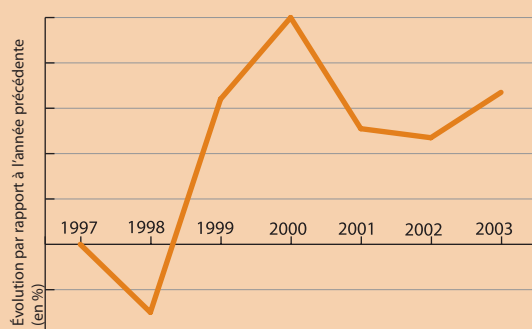
Les progrès de l'innovation ont favorisé la création de centres d'innovation technologique (au nombre de 8 en 1997) et surtout

Figure 5
PIB PAR HABITANT (POPULATION ACTIVE)
DE LA FÉDÉRATION DE RUSSIE, 1990 ET 1998



Source : *Annuaire statistique de la Russie (1990-1999)* (en russe).

Figure 6
 PIB DE LA FÉDÉRATION DE RUSSIE, 1997-2003
 Évolution par rapport à l'année précédente (en %)



Source : calculs effectués à partir des données de l'Annuaire statistique de la Russie (1990-2004) (en russe).

de groupes financiers-industriels (GFI). Un GFI est une association d'entités juridiques qui passe un contrat prévoyant la mise en commun partielle ou totale des actifs corporels et incorporels aux fins d'une intégration technologique ou économique, pour réaliser un projet d'investissement et d'autres projets ou programmes en vue d'assurer une plus grande compétitivité et de développer les marchés des biens et services. La création d'une infrastructure commune en matière d'information, d'opérations bancaires, d'assurances, de consultation et d'audit, d'approvisionnements et de vente, de transports et de personnel permet d'augmenter la productivité et de créer des emplois. Les GFI interrégionaux et transnationaux sont de puissants organismes capables d'investir des sommes considérables dans la formation du personnel, l'infrastructure de l'information et la commercialisation.

En devenant membre d'un GFI, une entreprise peut accéder à des investissements supplémentaires grâce aux ressources disponibles par le canal des services de financement et de prêt du GFI, ainsi qu'aux ressources qu'attire la sécurité assurée par ces services. L'expérience a montré que la coopération et la division du travail au sein d'un GFI permettent une utilisation plus efficace du potentiel industriel, l'application de technologies très productives à forte intensité de savoir et économes en ressources, ainsi que des gains de productivité, tout en maintenant les niveaux d'effectifs. En 1997, la Fédération de Russie comptait officiellement 72 GFI.

En octobre 1997, le gouvernement russe a approuvé la Réglementation relative à l'agrément par l'État des organismes scientifiques, qui a défini des normes communes applicables aux institutions scientifiques et à la délivrance de licences pour leurs activités, quel que soit leur statut juridique. En 1998, le ministère des Affaires économiques de la Fédération de Russie était chargé de superviser les activités de R & D appliquée de 250 organismes scientifiques publics et de 374 organismes non gouvernementaux opérant dans le cadre de complexes industriels civils.

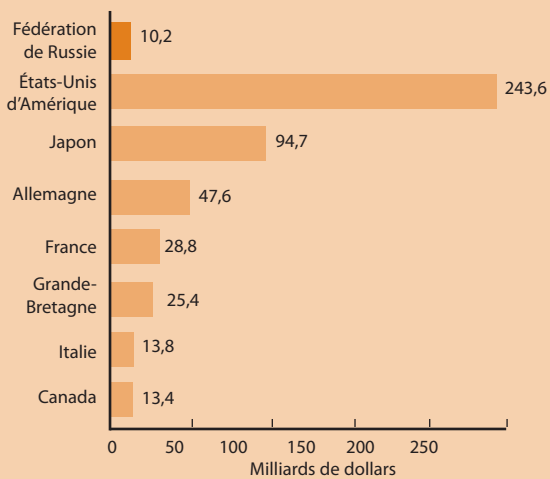
Les mesures prises de 1996 à 1998 n'ont pu empêcher une nouvelle sérieuse perturbation du mécanisme de transfert de technologies et de la diffusion d'idées et d'évolutions novatrices, à partir de la sphère de la recherche scientifique fondamentale financée par l'État vers la sphère des activités de R & D et de la production à forte intensité de savoir, dont la plupart avaient un nouveau statut juridique. D'après les chiffres officiels, la production a fortement chuté entre 1991 et 1998. Les dommages considérables causés à la S & T en Russie sont difficiles à évaluer et n'ont toujours pas été réparés.

Le renversement de la conjoncture économique d'août 1998 a interrompu la mise en œuvre des réformes institutionnelles et économiques prévues par les organes législatifs et exécutifs. La R & D appliquée en Russie s'est trouvée enlisée dans une crise systémique de plus en plus grave et la réorganisation institutionnelle de la science allait compter parmi les victimes de la crise économique. Un nouveau chapitre de l'histoire contemporaine de la Russie avait ainsi commencé, en ce sens que l'économie nationale de même que les organismes scientifiques qui alimentent le progrès économique et technique se trouvaient contraints de s'adapter à des conditions nouvelles encore plus difficiles pour pouvoir survivre et se développer.

DÉVELOPPEMENT DE LA SCIENCE APPLIQUÉE, 1999-2003

Après sept années de réformes institutionnelles menées malgré une conjoncture économique défavorable, on a pu observer quelques signes de reprise. En 1999, la valeur du produit intérieur brut (PIB) a cessé de diminuer pour la première fois depuis la désintégration de l'Union soviétique. En 2002, il avait progressé de 25,8 % par rapport à 1998.

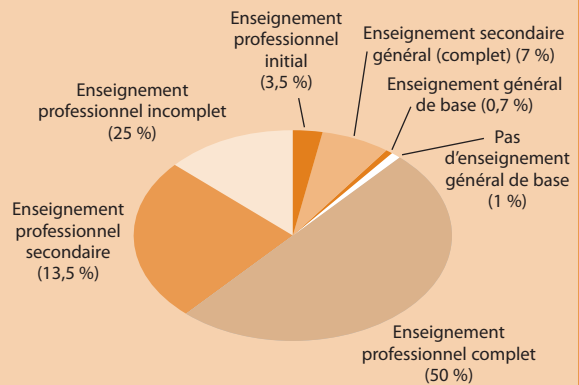
Figure 7
DIRD DANS LES PAYS DU G8, 2001



Source : N. V. Beketov (2003), *La Science en Russie et dans le monde* (en russe).

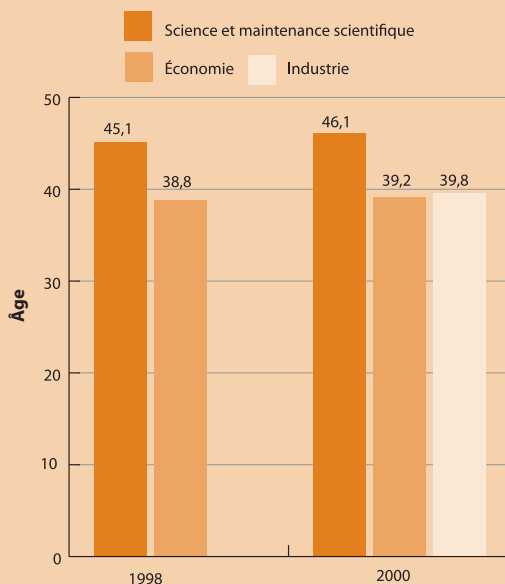
Figure 9
PERSONNEL DU SECTEUR DE LA SCIENCE ET DE LA GESTION SCIENTIFIQUE DE LA FÉDÉRATION DE RUSSIE, 2000

Selon le niveau d'instruction (%)



Sources : T. U. Kouznetsova et N. I. Dobretsova (dir. publ.) (2003), *Potentiel scientifique et niveau technique de la production* ; *Annuaire statistique de la Russie* (2001) (en russe).

Figure 8
ÂGE MOYEN DES EMPLOYÉS DES SECTEURS SCIENTIFIQUE ET INDUSTRIEL DANS LA FÉDÉRATION DE RUSSIE, 1998 ET 2000



Source : *Annuaire statistique de la Russie* (2001) (en russe).

Le nombre d'entreprises investissant activement a augmenté de 60 % durant la même période. En 2001, l'investissement en capital fixe avait augmenté de 34 % par rapport à 1998, 36 % servant à financer de nouveaux équipements. En 2001, la valeur des investissements étrangers atteignait 703 millions de dollars, soit une progression de 357 % par rapport à 1997. Le nombre d'installations récemment « technologisées » a également augmenté. En mai 2003, le taux de chômage était inférieur de 37 % à celui de mai 1999. Il en est résulté un gain de productivité de la main-d'œuvre de 19 % pour l'ensemble de l'économie et de 18 % dans l'industrie.

Il reste certes beaucoup à faire pour regagner le terrain perdu depuis 1991, mais l'économie et les organismes scientifiques du pays sont maintenant en meilleure position pour s'adapter au marché. Un budget fédéral accru a permis d'augmenter la DIRD. En 2001, la Russie se situait encore au dernier rang des pays du G8 dans ce domaine (figure 7).

Il est généralement admis que les ressources humaines constituent un facteur crucial de la mise en valeur du potentiel scientifique et technologique d'un pays, ainsi que de ses

Tableau 2
PERSONNEL DU SECTEUR DE LA SCIENCE ET DE LA GESTION SCIENTIFIQUE DE LA FÉDÉRATION DE RUSSIE, 1990, 1995 ET 2001

	1990		1995		2001	
	Hommes	Femmes	Hommes	Femmes	Hommes	Femmes
Nombre (en milliers)	1 332	1 472	827	861	597	590
En % du personnel employé en 1990	100	100	62	58	45	40

Source : T. U. Kouznetsova et N. I. Dobretsova (dir. publ.) (2003), *Potentiel scientifique et niveau technique de la production : la Russie en chiffres* (en russe).

perspectives de développement. Le nombre des personnes employées dans le secteur de la science et de la gestion scientifique avait diminué de plus de moitié en 2001 par rapport à 1990 et représentait 1,8 % du nombre total des personnes employées par l'économie russe. De plus, alors que le nombre des personnes employées a diminué de 14 % entre 1990 et 2001, et de 38 % dans l'industrie, cette baisse a été de 58 % dans le domaine scientifique durant la même période. Cela s'explique à la fois par le vieillissement du personnel scientifique (figure 8) et par le désengagement des jeunes, associés à l'exportation permanente des scientifiques les plus qualifiés et créatifs.

Ces tendances, qui ne sont toujours pas enrayerées, privent la Russie de sa ressource la plus précieuse pour pouvoir passer d'une production industrielle extensive à un développement régulier de la production à forte intensité de savoir. La capacité scientifique et technologique d'un pays dépend d'un certain nombre de facteurs à long terme tels que l'activité de plusieurs générations de spécialistes, l'enseignement secondaire et supérieur,

le niveau des études universitaires supérieures, et elle n'évolue que lentement.

Ces dernières années, le système d'enseignement général, secondaire et professionnel supérieur de la Fédération de Russie a fait l'objet d'une réforme de grande envergure visant à mieux l'adapter à l'économie de marché et à lui permettre de satisfaire aux normes internationales en matière d'enseignement. Les statistiques relatives à l'état actuel de la formation professionnelle du personnel de S & T et des ingénieurs montrent ce qu'il en est (tableau 3).

On dispose également de quelques chiffres intéressants sur les tendances de la formation du personnel très qualifié comme les étudiants de troisième cycle et les « candidats »² (tableau 5).

BREVETS ET ACCORDS DE LICENCES

Un des principaux indicateurs du développement technologique d'un pays est son activité dans le domaine des brevets et des licences. Le nombre des demandes de brevets pour

Tableau 3
TENDANCES DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR DANS LA FÉDÉRATION DE RUSSIE, 1995 ET 2001*

	Total		Établissements publics d'enseignement supérieur		Établissements non publics d'enseignement supérieur	
	1995	2001	1995	2001	1995	2001
Nombre d'établissements	762	1 008	569	621	193	387
Nombre d'étudiants (en milliers)	2 790,7	5 426,9	2 655,2	4 797,4	135,5	629,5

* Au début de l'année universitaire.

Source : *La Russie en chiffres* (1995-2003) (en russe).

2. Dans le système d'enseignement supérieur russe, le grade de « candidat en science » est le deuxième grade universitaire obtenu après le diplôme initial décerné au bout de cinq ans. Vient ensuite le doctorat en science. Le « Ph. D. » se situe entre ces deux grades.

Tableau 4
EFFECTIFS DES DISCIPLINES TECHNIQUES ET TECHNOLOGIQUES DANS LA FÉDÉRATION DE RUSSIE,
1990-2001

En milliers

	1990	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Géologie et prospection	0,9	1,9	1,7	1,5	1,4	1,5	1,7	1,8
Exploitation minière	4,1	3,2	2,9	2,9	3,5	3,7	4,0	4,9
Énergétique et constructions mécaniques électriques	8,8	7,0	6,6	6,8	6,5	7,2	8,3	9,2
Métallurgie	3,9	2,9	2,9	2,8	2,4	2,6	2,8	3,0
Constructions mécaniques et traitement des matériaux	14,0	12,2	11,5	10,4	10,2	10,4	11,1	11,7
Aviation et astronautique	4,0	4,1	3,4	3,3	2,9	2,8	2,9	3,2
Moyens de transport de surface	7,4	5,3	4,9	5,2	4,7	5,2	6,1	6,6
Machines et matériels technologiques	10,0	8,8	9,2	8,8	8,4	8,9	9,4	10,2
Électrotechnique	2,8	4,9	4,8	4,5	4,1	4,3	5,0	5,8
Appareils de mesure	3,9	3,5	3,3	3,0	2,9	2,8	3,2	3,2
Électronique, radiotechnique et communication	14,2	13,1	11,9	10,9	9,0	8,8	9,9	10,8
Automatisation et contrôle	10,8	9,8	9,3	8,4	8,2	8,5	9,3	9,8
Informatique et calcul	7,1	9,4	8,8	8,7	8,2	8,7	9,3	9,9
Exploitation des transports	4,5	4,3	4,9	5,2	5,5	6,2	6,8	7,0
Technologie chimique	7,2	4,9	4,6	4,1	4,0	4,3	4,5	4,8
Technologie alimentaire	8,5	3,9	4,0	4,2	4,4	4,9	5,3	5,8
Technologie des produits	8,9	4,5	4,5	4,1	4,1	4,0	4,0	4,3
Construction et architecture	22,6	17,7	18,2	17,5	17,3	18,7	20,2	22,3
Agriculture et pêche	29,7	20,6	21,8	21,6	21,2	22,8	24,8	26,1
Divers	6,5	9,1	8,6	8,5	0,3	9,4	12,2	15,3

Source : T. U. Kouznetsova et N. I. Dobretsova (dir. publ.) (2003), *Potentiel scientifique et niveau technique de la production : la Russie en chiffres* (en russe).

Tableau 5
FORMATION DU PERSONNEL DE S & T TRÈS QUALIFIÉ, 1995-2003

	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Étudiants de troisième cycle									
Effectif total de l'ensemble des établissements (en fin d'année)	62 317	74 944	88 243	98 355	107 031	117 714	128 420	136 242	140 741
Dans les organismes scientifiques	11 488	12 700	14 508	15 771	15 420	17 502	17 784	18 323	18 959
Dans les établissements d'enseignement supérieur	50 829	62 244	73 735	82 584	91 611	100 212	110 636	117 918	121 762
Étudiants de troisième cycle par discipline scientifique (sur 20)									
Physique et mathématiques	5 888	6 599	7 025	7 237	7 360	7 522	7 552	–	7 640
Chimie	1 964	2 263	2 495	2 754	2 951	2 987	3 104	–	3 241
Technique	17 424	21 428	25 407	27 160	28 385	29 058	30 974	–	33 370
« Candidats »									
Total (en fin d'année)	2 190	2 554	3 182	3 684	3 993	4 213	4 462	4 546	4 567

Sources : *Annuaire statistique de la Russie* (1996-2003) ; *La Russie en chiffres* (2004) (en russe).

10 000 habitants constitue un indice de créativité et, selon ce critère, la Russie a été en 2000 respectivement 2,6 fois, 4,7 fois et 5,7 fois plus performante que la République de Corée, l'Allemagne et les États-Unis d'Amérique. La Fédération de Russie vient cependant loin derrière les pays les plus innovants si l'on calcule le rapport entre le nombre des demandes de brevets déposées à l'étranger et celui des demandes déposées dans le pays. Le potentiel créatif considérable des scientifiques, des ingénieurs et des inventeurs russes est ainsi sous-exploité du fait que la Russie n'est pas intégrée au système mondial de délivrance de brevets.

Compte tenu de l'évolution favorable de la situation économique ces quatre dernières années, le président de la Fédération de Russie a défini un objectif stratégique : doubler le PIB dans un délai de huit à dix ans tout en continuant à maîtriser l'inflation. Cependant, comme le montre l'analyse économique, une augmentation du PIB de plus de 7 % par an est impossible si elle ne repose que sur la persistance de cours du pétrole élevés, et elle nécessitera un développement plus poussé des industries primaires et une progression de leurs exportations. (Certains experts estiment que le niveau actuellement élevé des cours du

pétrole contribue à hauteur de 6 à 7 % à l'augmentation du PIB de la Fédération de Russie.)

Dans le monde entier, une forte croissance du PIB repose sur une progression des exportations de produits compétitifs à forte intensité de savoir.

Dans les 27 pays de l'OCDE, le rapport DIRD/PIB a augmenté entre 1992 et 2002 sous l'impulsion du secteur privé. Durant ces dix années, le financement de la R & D par les entreprises a augmenté de 50 % alors que les crédits publics dans ce domaine n'ont progressé que de 8 %. La part de la DIRD financée par le secteur privé est passée de 57,5 % en 1990 à 63,9 % en 2002, alors que celle de l'État est tombée de 39,6 % à 28,9 %. La contribution au PIB des industries à forte intensité de savoir a augmenté de 2,04 % à 2,24 % en moyenne.

En revanche, en Russie, seul un quart (27,2 %) des entités faisant de la R & D appartenait au secteur privé en 2001. Les entreprises et les organismes sans but lucratif ont financé cette même année 9,8 % de la DIRD, soit une progression de 2,2 % seulement par rapport à 1995. La part de la DIRD financée par l'État a diminué de 4,3 % durant la même période. Ces tendances

Tableau 6
BREVETS ET LICENCES DANS LA FÉDÉRATION DE RUSSIE, 1995-2001

Indicateurs d'activité en matière de brevets	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Demandes de brevets déposées par des résidents pour 10 000 habitants	1,12	1,22	1,03	1,13	1,37	1,61	1,72
Rapport entre le nombre de demandes de brevets déposées à l'étranger et le nombre des demandes déposées en Russie (transfert)	0,50	0,80	1,16	1,45	-	-	-
Enregistrement d'accords de transfert de licences et de cession de droits de brevets							
Total	1 095	1 313	1 521	1 616	1 578	2 114	2 022
Par domaine technologique							
Construction, matériaux de construction	104	97	111	117	74	89	115
Constructions mécaniques, machines-outils, production de matériaux	102	260	181	383	197	345	311
Chimie, pétrochimie	150	171	219	220	223	203	27
Métallurgie	55	63	84	82	95	85	63
Électronique	87	98	125	87	104	78	103
Industrie légère, industrie alimentaire	166	179	204	218	271	323	269
Énergie, électrotechnique	55	62	71	82	69	150	117
Médecine	230	215	196	171	224	264	131
Industrie pétrolière et gazière	49	41	97	44	103	224	131
Divers	97	127	233	212	218	353	355

Source : *Annuaire statistique russe (1996-2002) ; Recueil de statistiques russes (en russe).*

sont symptomatiques du désintérêt du secteur des entreprises pour des investissements dans la R & D scientifique à long terme. Il semble donc impossible de doubler le PIB par le biais des secteurs à forte intensité de savoir sans un accroissement considérable des investissements privés dans ce domaine.

Le développement de la S & T dans la Fédération de Russie entre 1999 et 2003 présente certaines tendances contradictoires. La croissance économique enregistrée durant cette période montre que le pays émergeait de la longue récession. Les principaux indicateurs qualitatifs du développement économique sont néanmoins restés assez médiocres. Les réformes économiques et institutionnelles en cours n'ont pas été renforcées par une révision fondamentale de la politique publique de S & T dans une optique à long terme, le mode d'organisation de la R & D n'a pas radicalement changé et aucune solution n'a été apportée aux problèmes économiques et institutionnels révélés entre 1992 et 1998 par le processus de réorganisation de la S & T. Cela nous amène à conclure que la Russie n'a pas encore mis fin à la crise systémique prolongée de la science fondamentale et appliquée.

PROBLÈMES ET PERSPECTIVES DE LA SCIENCE APPLIQUÉE EN RUSSIE

Dans le document de réflexion intitulé *Fondement de la politique de la Fédération de Russie dans le domaine du développement de la science et de la technologie jusqu'à 2010 et perspectives d'avenir*³, le développement de la S & T est décrit comme la première priorité de la Fédération de Russie. Le principal but déclaré de la politique scientifique de l'État est d'améliorer l'innovation ; neuf priorités ont été fixées pour l'orientation future de la R & D scientifique et 52 technologies ont été jugées d'une importance critique. Le principal objectif de l'État en 2004 et jusqu'en 2010-2015 reste de créer les conditions institutionnelles et économiques du passage à un développement soutenu, fondé sur des technologies de pointe compétitives et des produits à forte intensité de savoir.

L'expansion économique enregistrée depuis 1999 doit beaucoup à la réforme, mais il faut souligner avant tout que son rythme a été insuffisant. De plus, elle a été essentiellement fondée sur l'utilisation de réserves de S & T en voie d'épuisement et sur une exploitation plus extensive des industries primaires. L'exploitation accrue des ressources naturelles non renouvelables

Tableau 7

DEMANDES ET DÉLIVRANCES DE BREVETS DANS LA FÉDÉRATION DE RUSSIE, 1993-2003

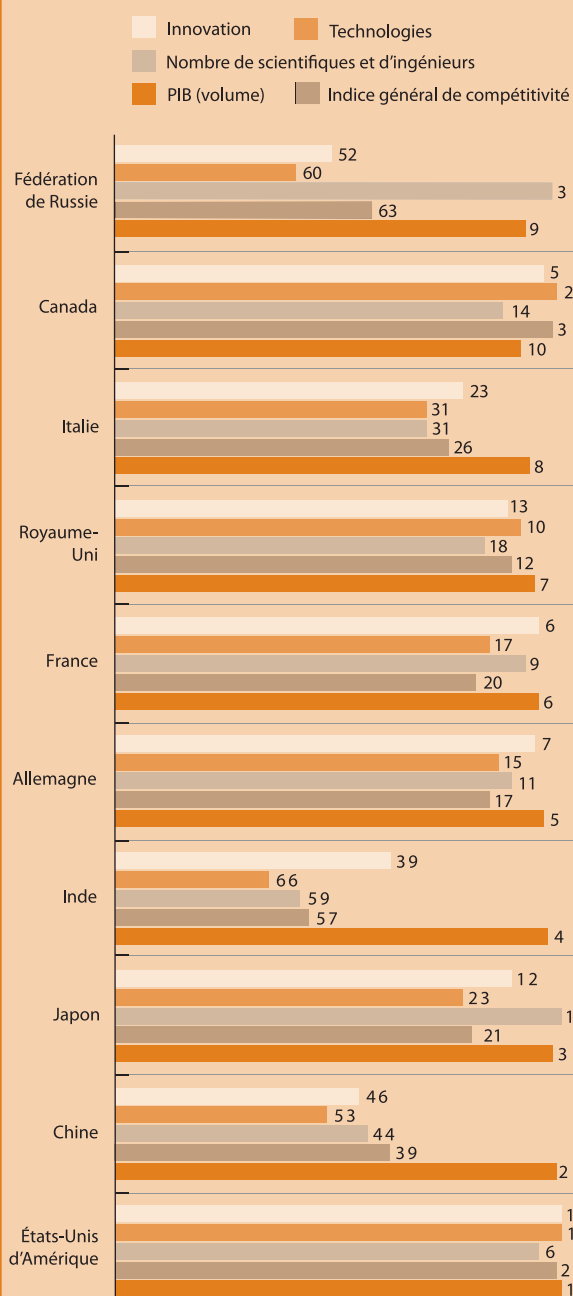
	1993	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Nombre total de demandes de brevets	32 216	22 202	23 211	19 992	21 362	24 659	28 688	29 989	29 225	30 651
dont :										
Demandeurs russes	28 478	17 551	18 014	15 106	16 454	19 900	23 377	24 777	23 712	24 969
Demandeurs étrangers	3 738	4 651	5 197	4 885	4 908	4 759	5 311	5 212	5 513	5 682
Brevets délivrés										
Total	27 757	31 556	33 574	45 975	23 762	19 508	17 592	16 292	18 114	24 726
Nouveaux brevets	13 214	25 633	19 678	29 692	23 315	19 508	17 592	16 292	18 114	24 725
Nouveaux brevets délivrés										
Demandeurs étrangers	4 276	4 772	3 189	4 048	4 100	4 146	3 148	2 513	2 974	4 105
Demandeurs russes	8 938	20 861	16 489	25 644	19 215	15 362	14 444	13 779	15 140	20 621
Brevets exploités	44 321	76 186	173 081	155 247	173 081	191 129	144 325	149 684	102 568	143 584

Sources : *La Russie en chiffres* (2004) (en russe) : Institut de statistique de l'UNESCO.

3. Ce document a été adopté en mars 2002 par une réunion conjointe du Conseil de sécurité, du Présidium de Conseil d'État et du Conseil du président de la Fédération de Russie sur la science et les technologies de pointe, et approuvé le même mois par décret présidentiel.

Figure 10
CLASSEMENT MONDIAL* DE LA FÉDÉRATION DE RUSSIE EN CE QUI CONCERNE LE DÉVELOPPEMENT ÉCONOMIQUE ET L'INNOVATION, 2002

Les autres pays sont indiqués à titre de comparaison



* Le chiffre 1 indique le pays leader dans le monde pour chaque indicateur

Source : N. V. Beketov (2003), *La Science en Russie et dans le monde* (en russe).

de la Russie peut entraîner une augmentation à court terme du PIB dans une conjoncture économique mondiale favorable, mais elle va à l'encontre des intérêts à long terme de la population russe et des principes stratégiques de la politique officielle en matière de S & T.

Cette analyse des douze années de réforme de la S & T dans la Fédération de Russie n'incite guère à formuler un pronostic optimiste quant au développement futur de la S & T, même à moyen terme. En 2002, la Russie se situait peut-être au 3^e rang mondial pour le nombre de scientifiques et d'ingénieurs et au 9^e rang pour son PIB en volume, mais s'agissant des principaux indicateurs de croissance compétitive, elle se situait loin derrière non seulement tous les pays développés mais aussi un grand nombre de pays en développement. La Russie se situait au 52^e rang pour l'indice d'innovation et au 60^e pour le niveau technologique. Quant à l'indice général de compétitivité (IGC), qui définit l'aptitude d'une économie nationale à bénéficier d'une croissance stable au cours des cinq années suivantes (figure 10), la Fédération de Russie se classait au 63^e rang mondial.

Les causes générales de cet état de choses sont très claires. Il n'y a pas eu d'amélioration généralisée du potentiel de S & T. Les tentatives faites à ce jour pour inscrire l'innovation scientifique et industrielle dans un cadre législatif ont négligé certains problèmes fondamentaux : réformer l'organisation de la R & D fondamentale et appliquée, améliorer le statut des scientifiques et des équipes scientifiques, assurer la protection de la propriété intellectuelle et la sécurité des fabricants nationaux de produits à forte intensité de savoir. Des économistes ont signalé la formation d'enclaves dans l'économie russe. Malgré le desserrement des liens entre les secteurs économiques axés sur l'exportation et ceux qui sont orientés vers le marché intérieur, la croissance de la production dans un domaine ne favorise pas suffisamment l'expansion de l'autre.

URGENCE DES RÉFORMES

Il en est résulté une dépendance croissante par rapport à la production destinée à l'exportation et à la situation sur le marché mondial, ce qui perturbe l'unité de l'économie russe. Il est donc urgent de déterminer si la Fédération de Russie peut accélérer de

façon décisive la réforme du mode d'organisation de la science russe. La priorité doit notamment être accordée aux tâches suivantes :

- créer les conditions économiques et institutionnelles nécessaires au développement rapide de l'innovation et de l'investissement dans le domaine scientifique et dans la production industrielle à forte intensité de savoir, avec la participation active du secteur privé ;
- cesser une fois pour toutes de différencier la technologie de la production entre le secteur civil et le secteur de la défense, et entre les exportations et le marché intérieur ;
- améliorer le statut économique et social des scientifiques et des groupes de scientifiques ;
- procéder à une réorganisation du système d'institutions académiques, d'établissements d'enseignement supérieur et d'établissements industriels, ainsi que des systèmes d'enseignement général et professionnel, secondaire et supérieur ;
- mettre au point des formes de financement nettement différenciées à l'intention des scientifiques et des groupes s'occupant activement de R & D (faciliter en particulier l'action des puissantes fondations caritatives privées qui aident au développement de la S & T) ;
- adopter dès que possible une loi sur la propriété intellectuelle adaptée à l'économie de marché ;
- mettre au point un modèle d'organisation de la R & D scientifique adapté à la réalité du monde postindustriel et redéfinir en conséquence les principes et priorités de la politique publique de S & T.

Des solutions seront peut-être trouvées rapidement grâce à une réforme administrative de grande envergure engagée ces dernières années. En 2003-2004, le ministère de l'Éducation et de la Science a été créé pour intégrer à nouveau la gestion de la science et celle de l'éducation. Sa structure comprend le Bureau fédéral de la propriété intellectuelle, des brevets et des marques, le Bureau fédéral de supervision de l'éducation et de la science, l'Agence fédérale de la science et l'Agence fédérale de l'éducation.

Dans le cadre de la nouvelle structure administrative, d'autres ministères s'occupent eux aussi de la recherche appliquée et de l'organisation de la R & D, ainsi que de l'innovation (dont la

recherche scientifique, l'élaboration des produits et l'application des technologies), notamment le ministère du Développement économique et du Commerce, le ministère de l'Industrie et de l'Énergie, le ministère des Transports et le ministère de la Défense, avec des départements comme le Bureau fédéral de la coopération technico-militaire, le Bureau fédéral des contrats de défense et le Bureau fédéral du contrôle technique et du contrôle des exportations de la Fédération de Russie.

Il est encore trop tôt pour tirer des conclusions quant à l'efficacité du nouveau système de réglementation publique de l'activité de S & T et de la gestion de la science et de la technique en Russie, ou pour évaluer les perspectives d'avenir. Néanmoins, quelques tendances positives se dégagent déjà : le budget fédéral pour 2004 prévoit, par exemple, une nouvelle progression de certains indicateurs de développement de la S & T par rapport à 2001, 2002 et 2003. Les crédits destinés au développement de la science représentent 1,74 % des dépenses inscrites au budget fédéral. Les ressources affectées à la R & D civile augmenteront de 14,9 % par rapport à 2003. Des subventions seront accordées aux organismes scientifiques pour leur permettre de se doter des instruments nécessaires, de préserver leur position unique, de mettre en place des centres spécialisés dans les utilisations complexes, d'acquérir du matériel scientifique et d'en assurer la maintenance. Les mesures prises pour corriger les effets de la distinction faite à l'époque soviétique entre la sphère de la S & T et la sphère industrielle-technologique, ainsi qu'entre le secteur civil et le secteur de la défense, vont dans le bon sens et semblent déjà produire leurs effets. La mise en conformité de tous les produits manufacturés avec les normes techniques universelles sera bénéfique et permettra de réduire les frais généraux.

Aujourd'hui, la Russie se doit de développer les contacts scientifiques avec l'Union européenne dans le domaine de la recherche fondamentale et appliquée, ce qui faciliterait l'intégration du pays dans le processus de mondialisation. Des scientifiques et ingénieurs russes participent déjà à de grands projets internationaux de S & T. Bien que son économie soit encore en retard sur celle des pays développés, la Russie devient maintenant un acteur du marché mondial de l'innovation. Toutes ces évolutions accéléreront le redressement de la S & T en Russie

et aideront la remarquable communauté scientifique russe à avancer dans un certain nombre de directions en vue de jouer à l'avenir un rôle actif dans le progrès technologique mondial.

BORIS KOZLOV

RÉFÉRENCES ET LECTURES COMPLÉMENTAIRES

- Annuaire statistique de la Russie 1990-2004*. Moscou. (En russe.)
- Avdulov, A. N. ; Kulkine, A. M. 2003. *Systèmes d'aides publiques aux activités de S & T en Russie et aux États-Unis*. Moscou, INION. (En russe.)
- Beketov, N.V. 2003. La science en Russie et dans le monde. *Eää*, 11. (En russe.)
- Breev, B. D. 2003. Tendances du chômage en Russie et dans le monde. *RHSF Calendar*, ISS. 4. (En russe.)
- Economics and Life*. 1997. ISS. 45.
- Gokhberg, Leonid. 1998. La Communauté des États indépendants. Dans : *Rapport mondial sur la science*. Paris, Éditions UNESCO.
- Indice de compétitivité de la croissance. http://www.weforum.org/pdf/gci/ExecSumm_Final.
- Kouznetsova, T. U. ; Dobretsova, N. I. (dir. publ.). 2003. *Potentiel scientifique et niveau technique de la production : la Russie en chiffres*. Moscou, Éditions RUDN. (En russe.)
- Ministère de l'Économie et du Développement de la Fédération de Russie. <http://www.gov.ru/main/ministry/isp-vlast47.html>. (En russe.)
- Ministère de la Science et de la Technologie de la Fédération de Russie (1997). *Matériels d'information*. Moscou. (En russe.)
- Recueil de statistiques russes 2001*. 2002. Moscou. (En russe.)
- Réforme du système d'administration publique de la Fédération de Russie. <http://www.hsl.ru/temp/2002/preskonf/009.ttm>. (En russe.)
- UNESCO. 1998. *Rapport mondial sur la science 1998*. Paris, Éditions UNESCO.
- Uzyakov, M. N. 2000. *Transformation de l'économie russe et possibilités de croissance économique*. Moscou. (En russe.)
- Vodopyanova, E. V. 2002. *L'Europe et la Russie sur la carte de la science mondiale*. Moscou, MPPA BIMPA. (En russe.)
- Warshavsky, A. E. 2001. Problèmes sociaux et économiques de la science russe : aspects à long terme du développement. Dans : *La Science et les technologies de pointe en Russie au seuil du troisième millénaire*. Moscou, Nauka. (En russe.)

Victor Sadovnichy est recteur de l'Université d'État de Moscou depuis 1992. Il est titulaire d'un doctorat en physique et mathématiques (1974) et spécialiste de l'informatique et des mathématiques appliquées. Parmi les projets de recherche qu'il a menés au cours des trente dernières années, son étude de la simulation dynamique du contrôle du mouvement d'un vaisseau spatial a abouti à une première mondiale, à savoir à la création d'un état simulé d'apesanteur au sol. Il est également connu pour avoir conçu la théorie spectrale en 1967.

Le professeur Sadovnichy a été nommé directeur du Département d'analyse mathématique de la faculté de mécanique et de mathématiques de l'Université d'État de Moscou en 1982. En 1994, il a été élu président des recteurs de près de 700 universités et établissements d'enseignement supérieur russes et, la même année, président de l'Association eurasienne des universités. Il est membre titulaire de l'Académie des sciences de Russie depuis 1997. Il est également membre du Comité permanent des recteurs d'universités européennes et d'un certain nombre d'autres institutions internationales.

Il a reçu en 1973 le prix Lomonossov, qui récompense des travaux remarquables dans le domaine des sciences exactes et naturelles et des sciences humaines. Il a également reçu le prix d'État de l'Union des républiques socialistes soviétiques en 1989.

Boris Igorevich Kozlov est professeur à l'Académie des sciences de Russie. Il en dirige le Service des archives depuis 1993 et est membre de l'Académie d'aéronautique de Russie.

Diplômé de l'Institut de génie militaire en 1967, le professeur Kozlov a été nommé au poste de directeur du laboratoire de l'Institut de recherche scientifique en métrologie avant de devenir ingénieur en chef adjoint. En 1976, il a été nommé chercheur scientifique à l'Institut d'histoire des sciences exactes et naturelles et des techniques, puis rédacteur en chef de la revue de l'Institut, *Histoire des sciences exactes et naturelles et des techniques*, et directeur adjoint, poste qu'il a occupé jusqu'en 1993.

Les recherches du professeur Kozlov portent sur les domaines les plus divers, allant de la théorie générale des systèmes complexes à la théorie scientifique et la noosphérologie (prototype d'une théorie du développement durable) en passant par l'histoire sociale et la philosophie des sciences et des techniques. Il est l'auteur de deux inventions et de cent cinquante communications scientifiques.

Les États arabes

ADNAN BADRAN

Bien que la culture arabe ait, par le passé, largement contribué au progrès de la science dans le monde, la région est aujourd'hui peu performante dans le domaine de la science et de la technologie (S & T). Il est évident que les progrès scientifiques et technologiques qui ont changé notre mode de vie ont été impulsés par les brillantes découvertes des laboratoires scientifiques occidentaux. Ces découvertes ont transformé le comportement humain en introduisant de nouveaux produits, de nouvelles activités et de meilleurs services. Ces progrès sont principalement dus à la volonté de l'Occident d'améliorer la qualité et la pertinence de l'éducation, en particulier dans le domaine des sciences fondamentales et appliquées. L'investissement de l'Occident dans les ressources humaines a généré un foisonnement des connaissances.

Dans le même temps, en raison de bouleversements politiques, de la médiocrité de l'éducation et de l'inadéquation des infrastructures de R & D, la région arabe n'a pas réussi à former les scientifiques très qualifiés dont elle a besoin pour renforcer son autonomie économique et sa capacité d'innovation.

VUE D'ENSEMBLE

Le tissu social de la région arabe est loin d'être homogène. Certes, les peuples qui y vivent partagent une langue, une histoire et une religion communes, mais leurs sociétés divergent pour ce qui est de la gouvernance, de la monnaie, des traditions et des systèmes socio-économiques.

La région compte 295 millions d'habitants, soit 4,5 % de la population mondiale, et une population active de 103 millions d'individus. Partagée entre 22 pays, elle couvre 10,2 % de la surface de la planète.

La région arabe présente un des taux de fécondité les plus élevés au monde et affiche une croissance démographique annuelle de 2,3 %, contre 0,6 % en moyenne dans les pays industrialisés et 1,9 % dans les pays en développement. Le taux de fécondité s'élève à 3,7 enfants par femme, alors que la moyenne mondiale est de 2,8. En conséquence, la population devrait atteindre 315 millions de personnes d'ici à 2015. Une des caractéristiques démographiques de cette région est la jeunesse de sa population, avec 40 % de moins de 15 ans. Il en résulte une pression croissante sur les systèmes éducatif,

sanitaire et social, tendance qui peut avoir un impact sur la croissance économique, la progression du produit intérieur brut (PIB) par habitant risquant d'être compromise.

Le degré de richesse varie considérablement d'un pays à un autre. Ainsi, les PIB par habitant du Qatar et de la Mauritanie, par exemple, offrent un contraste saisissant, le premier, le plus élevé du monde, atteignant 29 948 dollars des États-Unis d'Amérique, tandis que le second n'est que de 334 dollars, ce qui fait de la Mauritanie un des pays les plus pauvres du monde.

La région arabe peut être divisée en trois groupes. Le premier, caractérisé par sa dépendance par rapport aux ressources naturelles, comprend les États du Golfe – Arabie saoudite, Bahreïn, Émirats arabes unis, Koweït, Oman et Qatar – avec un PIB par habitant le plus élevé au Qatar et le plus faible à Oman (7 933 dollars).

Le deuxième groupe comprend l'Algérie, l'Égypte, l'Irak, la Jordanie, le Liban, la Jamahiriya arabe libyenne, le Maroc, la Palestine, la République arabe syrienne et la Tunisie, groupe où le PIB par habitant se situe entre 1 180 dollars pour le plus faible et 4 552 dollars pour le plus élevé. Bien que ces pays disposent de ressources naturelles modestes – à l'exception de l'Irak et de la Jamahiriya arabe libyenne dont les ressources pétrolières sont considérables –, ils sont riches avant tout en ressources humaines, dont les capacités sont sous-employées.

Le troisième groupe de pays est caractérisé par le manque de ressources naturelles mais aussi de ressources humaines qualifiées. Le PIB par habitant de ces pays concernés figure parmi les plus faibles du monde, ce qui les place dans la catégorie des pays les moins avancés (PMA). Il s'agit de Djibouti (PIB par habitant de 819 dollars), de la Mauritanie, de la Somalie, du Soudan et du Yémen.

Le tableau 1 présente le PIB moyen par habitant des États arabes en 2002, comparé à celui de 1995. Certains pays ont connu une croissance économique, d'autres une récession.

LES SCIENCES ARABES DANS UNE PERSPECTIVE HISTORIQUE

L'histoire des sciences peut être divisée sommairement en quatre grandes ères. Les Grecs ont apporté des contributions

Tableau 1
 PIB PAR HABITANT DANS LA RÉGION ARABE, 1995
 ET 2002

Par ordre croissant (PPA* en dollars)

	1995	2002
Mauritanie	463	334
Soudan	245	443
Yémen	332	508
Djibouti	858	819
République arabe syrienne	1 163	1 180
Maroc	1 252	1 250
Égypte	1 053	1 286
Algérie	1 456	1 661
Jordanie	1 568	1 744
Tunisie	2 015	2 367
Jamahiriya arabe libyenne	6 340	3 292
Liban	3 178	4 552
Oman	6 477	7 933
Arabie saoudite	7 577	8 053
Bahreïn	10 120	11 374
Koweït	14 118	14 597
Émirats arabes unis	17 755	20 509
Qatar	16 642	29 948
Moyenne	2 144	2 430

* PPA = parité de pouvoir d'achat.

Source : Fonds arabe pour le développement économique et social (2003), *Unified Arab Economic Report 2003*.

considérables entre 450 et 200 avant J.-C. L'apport des Chinois a été très utile entre 600 et 700 après J.-C. L'âge d'or des sciences arabes s'étend sur trois cent cinquante ans, de 750 à 1100 après J.-C. L'Europe et l'Occident occupent le devant de la scène scientifique depuis 1350 après J.-C.

Entre le VII^e et le XIV^e siècle, la région arabo-musulmane a porté l'étendard de la civilisation, de la connaissance, de la science et de la philosophie. Les Arabes étaient alors à l'avant-garde en mathématiques, en astronomie, en physique, en chimie et en médecine, du fait du dynamisme et de la curiosité intellectuelle dont ils faisaient preuve lorsqu'il s'agissait de résoudre des problèmes et de rechercher la vérité. Jabir ibn Hayan (chimie), Al-Khawârizmî (mathématiques), Al-Râzî (chimie et médecine), Ibn Sinâ (Avicenne) (médecine), Ibn al-Haytham (optique) et Al-Bairuni (physique et médecine)

font partie des grandes figures de l'époque qui ont jeté les fondations de la science moderne. C'est cette période qui a vu une élucidation sans précédent des énigmes intellectuelles posées par la nature. L'approche critique et analytique élaborée à cette époque continue à faire partie intégrante de la science d'aujourd'hui.

Du temps de la grandeur arabe, les autres civilisations stagnaient. Selon Ekelund et Hébert (1990), « la mort du dernier empereur romain en 475 après J.-C. a marqué le début d'une longue période de déclin en Occident qui a coïncidé avec l'essor de l'Orient ». En l'an 730 de notre ère, l'empire musulman, dont la force et la grâce étaient spectaculaires, s'étendait du sud de la France aux frontières de la Chine et de l'Inde. L'islam dominait le monde au plan de la puissance, de l'organisation et de l'étendue de son autorité, du raffinement social et du niveau de vie, de la littérature et du savoir. Le monde arabe a permis à l'Occident d'avoir accès à la sagesse et à la culture hindoues. Les villes du monde sarrasin tels Bagdad, Le Caire, Damas ainsi que les cités maures de Cordoue et de Tolède en Espagne constituaient des centres florissants de la civilisation et de l'activité intellectuelle arabes. C'est la science musulmane qui a préservé et fait progresser les mathématiques, la physique, la chimie, l'astronomie et la médecine grecques durant cinq siècles alors que l'Europe était plongée dans ce que les historiens ont appelé les « siècles obscurs » du haut Moyen Âge (500-1000 après J.-C.).

L'innovation spécifique la plus considérable due aux savants arabes et adoptée par l'Occident est sans doute le système de numération. Les chiffres romains hérités de l'ancien empire, d'un maniement malaisé, furent ainsi supplantés par les chiffres arabes, bien plus pratiques, que nous utilisons aujourd'hui. Vers l'an 1000, un des mathématiciens arabes les plus originaux, Al-Hazen, conçut la théorie moderne de l'optique. Mais, pour ce qui nous concerne ici, la contribution la plus importante de la culture arabe est d'avoir permis à l'Occident de redécouvrir Aristote.

Une fois Tolède reprise aux Maures par les croisés en 1085, les savants européens y affluèrent afin de traduire les anciens textes classiques du grec (que l'Europe avait oubliés) vers l'arabe et l'hébreu, puis le latin, rendant ce

savoir accessible à l'Occident. Entre 1100 et 1350, durant la première partie du Moyen Âge européen (1100-1543), les noms de quelques savants européens apparaissaient dans la littérature scientifique à côté d'un grand nombre de savants musulmans, parmi lesquels Ibn Rushd (Averroès), Tusi et Ibn Nafis.

Durant cette période, le savant anglais Roger Bacon (1214-1292) étudia la langue et les sciences arabes. À l'Université d'Oxford, il devint spécialiste d'Aristote, dont il enseigna la doctrine dans cette université ainsi qu'à l'Université de Paris, où l'étude des principes d'Aristote avait été interdite de nombreuses années durant au motif qu'il n'était pas chrétien. Bacon devait introduire la démarche expérimentale comme seul moyen de parvenir à la véritable connaissance.

À partir de 1350, c'est essentiellement aux scientifiques occidentaux que reviennent les honneurs de la science dans le monde. Marquée par la mort de Copernic – qui plaçait, dans un modèle mathématique et astronomique, le Soleil au centre de l'Univers, la Terre et les autres astres gravitant autour –, l'année 1543 annonçait la fin de l'époque médiévale et de la superstition, et l'aube de la Renaissance et de la science moderne en Europe.

Selon Robert Briffault, l'essor de la science en Europe résultait d'un nouvel esprit d'investigation, de nouvelles méthodes de recherche – la méthode expérimentale et l'utilisation de l'observation et de la mesure –, du développement des mathématiques sous une forme inconnue des Grecs, enfin et surtout de l'introduction de ces méthodes en Europe par les Arabes. Depuis, la domination de la science par l'Europe n'a cessé de s'accroître avec le temps.

POURQUOI LES SCIENCES ONT RÉGRESSÉ DANS LA RÉGION ARABE

Le déclin scientifique de la région arabe après 1350 peut être imputé à une succession incessante de troubles politiques due à la perte de l'empire, à l'assujettissement et aux conflits internes. Ces bouleversements ont conduit à la disparition de l'activité intellectuelle – un désintérêt pour le raisonnement et un manque de curiosité intellectuelle – et abouti aux actuels régimes politiques totalitaires et dictatoriaux de la région.

La recherche et l'analyse ont fini par être remplacées dans le monde arabe par le dogmatisme et l'ignorance, d'où une érosion de l'approche scientifique accompagnée de la perte de la liberté d'expression et de pensée.

La science s'est essentiellement développée comme une quête du savoir pour lui-même. Cependant, l'oppression et la perte de la liberté de pensée résultant des conflits politiques, de l'instabilité et de la destruction de la gouvernance démocratique ont créé un environnement trop rigide pour qu'un esprit curieux puisse y étudier la nature. En conséquence, l'Europe a totalement dominé les derniers siècles d'innovation scientifique, la contribution du monde arabe étant pratiquement insignifiante.

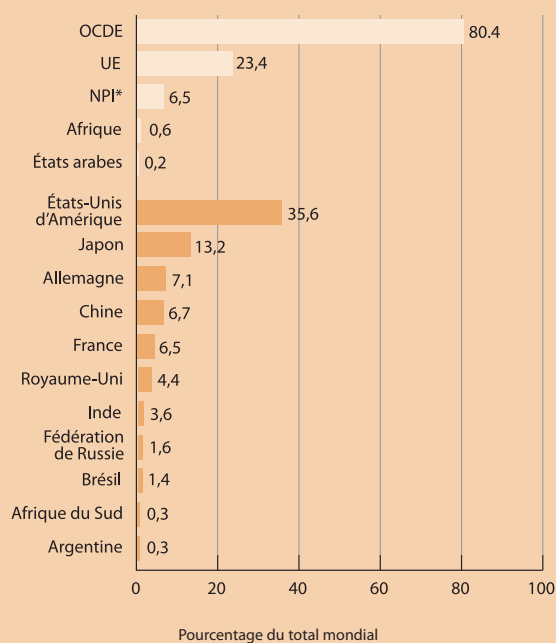
Plusieurs facteurs essentiels peuvent expliquer l'actuelle stagnation de la S & T dans la région arabe. Il y a d'abord l'absence générale d'intérêt pour la science des dirigeants politiques, qui ne consacrent qu'un minimum de fonds à l'éducation et à la science en comparaison des fonds alloués aux dépenses militaires. Il y a ensuite la dégradation du système éducatif, l'importance accordée aux enseignements religieux traditionnels, ne laissant que peu de place à la recherche scientifique et moins encore à la pensée novatrice. Ces facteurs, auxquels il faut ajouter le handicap que représente l'inadéquation des infrastructures et des systèmes de soutien à la R & D, créent un environnement peu propice à la recherche et au développement. Ces éléments seront examinés plus en détail ci-dessous.

ÉTAT DE LA S & T DANS LA RÉGION ARABE

Publications

Le petit nombre de traductions et de publications d'articles scientifiques est un indicateur de la médiocrité des performances de la région. Cela concorde avec la tendance historique générale à faire paraître peu de publications et de traductions des États arabes. Par exemple, le nombre total d'ouvrages traduits dans le monde arabe depuis le règne du calife Al-Mam'ûn au IX^e siècle est d'environ 100 000, soit l'équivalent du volume de traductions réalisées en Espagne en un an (PNUD, 1999). Actuellement, le nombre d'ouvrages traduits en arabe est d'environ 5 pour 1 million d'habitants. À titre de comparaison, en

Figure 1
PART DE LA RÉGION ARABE DANS LA DIRD
MONDIALE, 2000



* NPI : nouveaux pays industriels.

Source : UNESCO (2003), *Global Investment in R & D Today*.

Espagne, 920 ouvrages par million d'habitants sont actuellement traduits en espagnol. Pour prendre un autre exemple, les auteurs arabes publient environ 6 500 ouvrages par an dans la région arabe, contre 102 000 en Amérique du Nord.

Si l'on s'intéresse plus spécifiquement aux chercheurs scientifiques en activité, le nombre d'articles cités dans les revues scientifiques réputées constitue un indicateur du dynamisme de la recherche, mesuré par exemple par le *Science Citation Index* (SCI). Le nombre d'articles scientifiques fréquemment cités par million d'habitants est de 0,02 en Égypte, 0,07 en Arabie saoudite, 0,01 en Algérie et 0,53 au Koweït. Il est quasiment insignifiant dans les autres pays arabes. En comparaison, il s'établit à 43 aux États-Unis d'Amérique, 80 en Suisse, 38 en Israël, 0,04 en Inde et 0,03 en Chine. À l'échelle planétaire, le nombre de publications scientifiques paraissant dans le monde arabe ne dépasse pas 1,1 % de la production mondiale.

Brevets

La production technologique peut être exprimée en termes de brevets déposés. Le tableau 2 montre le faible niveau de performance de la région arabe en matière de technologie innovante. Dans le monde arabe, l'Égypte, le Koweït et l'Arabie saoudite sont les principaux moteurs de la production de S & T au niveau international.

Tableau 2
BREVETS DÉPOSÉS À L'USPTO AYANT POUR ORIGINE DES ÉTATS ARABES, 1995-1999
Les États non arabes sont indiqués aux fins de comparaison

Année	1995	1996	1997	1998-99	Total
Bahreïn	0	0	1	0	1
Égypte	7	6	2	7	22
Jordanie	0	2	5	4	11
Koweït	2	3	2	15	22
Oman	0	0	0	2	2
Arabie saoudite	11	12	14	30	67
Syrie	0	0	0	1	1
République arabe syrienne	2	1	2	3	8
Chine	91	78	103	201	473
République de Corée	1 265	1 603	2 027	5 089	9 984
Israël	489	591	653	1 343	3 076

Source : United States Patent and Trademark Office, www.uspto.gov.

Investissements dans la S & T

En ce qui concerne le rapport entre la dépense intérieure brute de R & D (DIRD) et le PIB, en 2000, la part mondiale représentée par les investissements dans la région arabe était tombée de 0,4 % à 0,2 %. L'Égypte, la Jordanie et le Koweït sont les pays qui investissent le plus, consacrant 0,4 % de leur PIB à la DIRD. Les chiffres pour la région peuvent chuter jusqu'à 0,1 %. La DIRD arabe totale s'élève à 1 100 millions de dollars des États-Unis d'Amérique. Comme le montre la figure 1, la région arabe est distancée par les autres régions et pays en développement en matière de R & D. Plusieurs facteurs peuvent expliquer cette situation.

En premier lieu, la région arabe privilégie la technologie clés en main – qui repose sur des produits utilisables immédiatement – au détriment de la technologie endogène, du fait des arrangements contractuels passés avec des fournisseurs étrangers. Au cours des trois dernières décennies, le monde arabe a consacré 1 000 milliards de dollars à des projets clés en main, soit plus de vingt fois le montant dépensé dans le cadre du plan Marshall pour reconstruire l'Europe au lendemain de la Seconde Guerre mondiale. La dépendance des États arabes à l'égard de ce type de technologie ne favorise en rien le renforcement des capacités nationales de S & T. La région arabe reste un important consommateur de technologies, entièrement tributaire des pays avancés pour ses besoins propres, qu'il s'agisse de produits chimiques ou pharmaceutiques, d'articles techniques ou de matériel de transport ou de défense.

En deuxième lieu, les dirigeants politiques arabes ne considèrent pas la S & T comme une question prioritaire, ce qui reflète un défaut d'appréciation de la science et des scientifiques de la région. En conséquence, les économies des pays arabes dépendant des ressources pétrolières et minérales ne seront pas en mesure d'assurer la durabilité du développement une fois ces ressources épuisées. Bien que la région arabe bénéficie de 70 % des ressources énergétiques mondiales, son PIB total est inférieur à celui de l'Italie.

En ce qui concerne l'investissement, le montant total des dépenses consacrées par la région arabe à la R & D, à l'éducation et à la santé est inférieur à celui des achats de

matériels militaires importés (tableau 3). Bien que les dépenses de défense aient récemment diminué, elles restent supérieures aux dépenses d'éducation.

D'une manière générale, la dépense de R & D des pays arabes représente, au mieux, un dixième de celle des pays industrialisés. Selon un rapport de l'UNESCO de 2003 intitulé *Global Investment in R & D Today*, certains pays consacrent plus de 3 % de leur PIB à la R & D ; c'est notamment le cas d'Israël (4,4 %) et de la Suède (3,8 %). L'Union européenne alloue 1,9 % de son PIB à la R & D et s'est fixé un objectif de 3 % pour 2010. En Inde, la dépense de R & D représentait 0,5 % du PIB en 2000, avec un objectif de 2 % pour 2007. Les indicateurs de la R & D en Inde pour 2003 montrent déjà les effets de cette détermination puisque la DIRD a atteint 1,08 % du PIB.

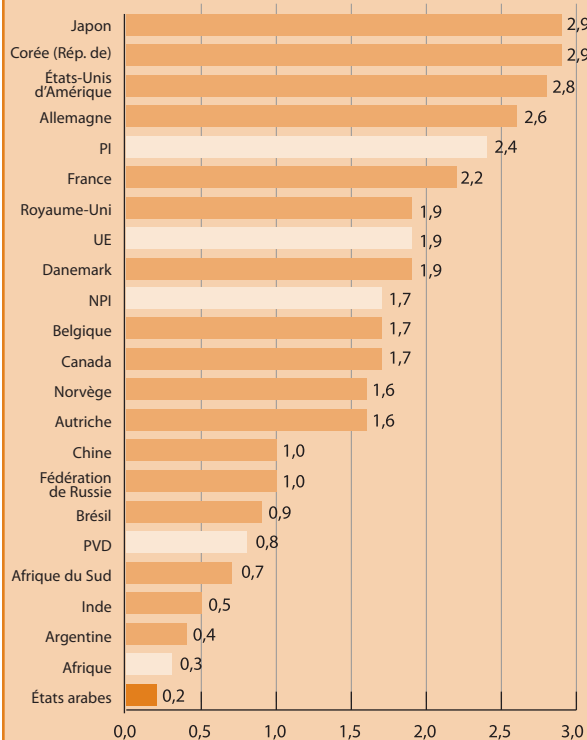
En 2000, environ 1,7 % du PIB mondial a été consacré à la R & D, contre 1,6 % en 1997. L'OCDE indique que ses pays membres allouent en moyenne 2,4 % de leur PIB à la R & D. En Amérique latine, la part du PIB affectée à la R & D atteint

Tableau 3
DÉPENSES MILITAIRES DANS CERTAINS ÉTATS ARABES, 2001
En pourcentage du PIB, par ordre décroissant du PIB par habitant

Émirats arabes unis	2,5
Koweït	11,3
Bahreïn	4,1
Arabie saoudite	11,3
Oman	12,2
Liban	5,5
Tunisie	1,6
Jordanie	8,6
Algérie	3,5
Égypte	2,6
Maroc	4,1
République arabe syrienne	6,2
Djibouti	4,4
Yémen	6,1
Soudan	3,0
Mauritanie	2,1

Source : PNUD (2003), *Rapport mondial sur le développement humain*.

Figure 2
RATIO DIRD/PIB DANS LA RÉGION ARABE
ET DANS LE MONDE, 2000
Les autres pays et groupements de pays sont indiqués
aux fins de comparaison



PI : pays industrialisés.
NPI : nouveaux pays industriels.
PVD : pays en développement.

Source : UNESCO (2003), *Global Investment in R & D Today*.

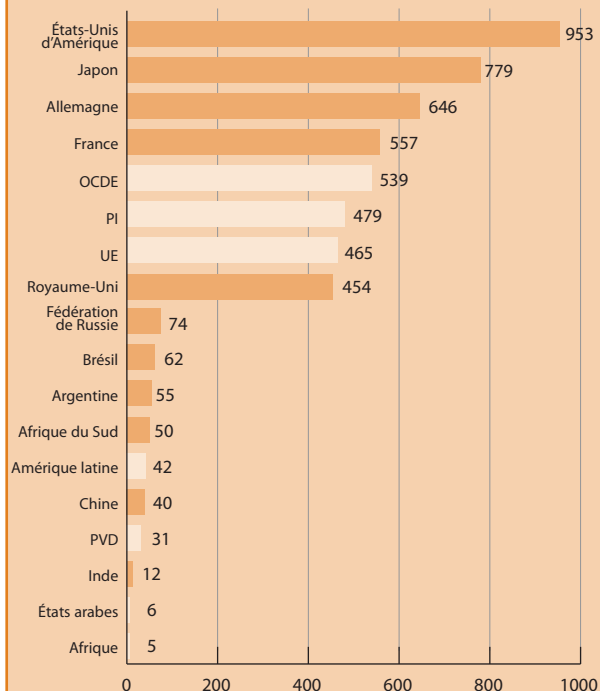
0,6 % en moyenne, le Brésil et le Costa Rica étant en tête avec 0,9 %, suivis de près par Cuba avec 0,8 %. Le monde arabe demeure la région la moins dynamique, et de loin, en matière de R & D. En 2000, 0,2 % seulement du PIB y était consacré.

La faiblesse de ce chiffre montre une fois encore combien la production pétrolière gonfle artificiellement le PIB de la région arabe, même si tous les États arabes ne sont pas producteurs de pétrole. Il se peut que les chercheurs arabes ne soient pas au niveau international pour ce qui est de la quantité et de la qualité de leurs travaux, mais leur contribution à la R & D

mondiale – soit 0,6 % du total – est trois fois supérieure à la contribution de la DIRD arabe à la R & D mondiale.

Les données présentées dans la figure 3 indiquent des disparités entre pays développés et en développement en termes de DIRD par habitant. En 2002, la dépense de R & D par habitant dans la région arabe s'établissait à 6 dollars contre 953 aux États-Unis d'Amérique, 779 au Japon, 465 dans l'Union européenne, 42 en Amérique latine et 40 en Chine. La moyenne mondiale est de 124 dollars, et le rapport entre la dépense de R & D des pays en développement et celle des pays industrialisés est de 1 pour 15.

Figure 3
DIRD PAR HABITANT DANS LA RÉGION ARABE,
2000
Les autres pays et groupements sont indiqués aux fins
de comparaison (en milliers de dollars PPA)



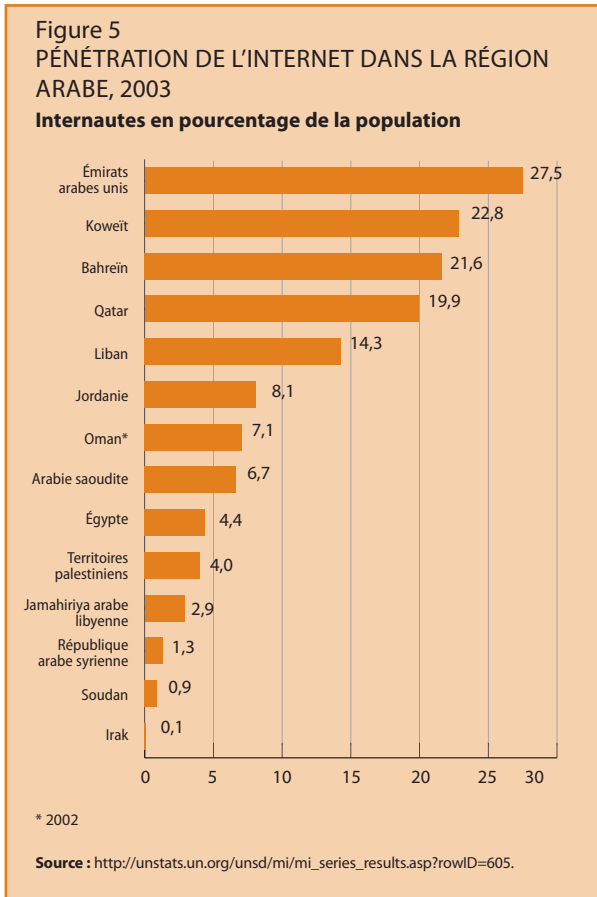
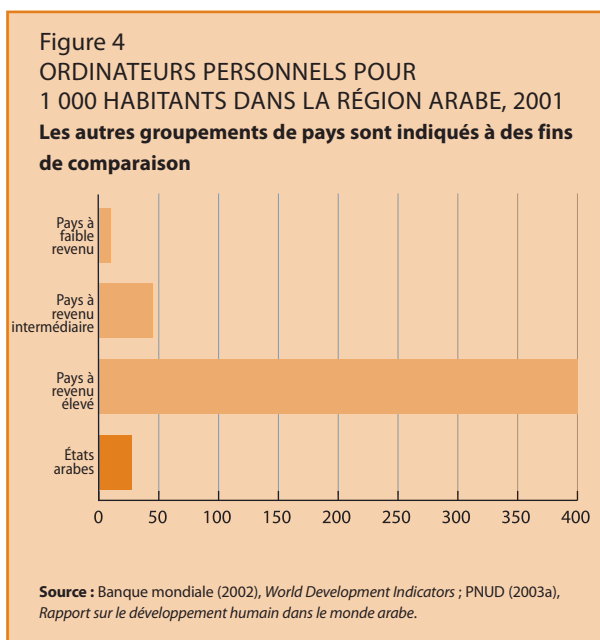
PI : pays industrialisés.
NPI : nouveaux pays industriels.
PVD : pays en développement.

Source : UNESCO (2003), *Global Investment in R & D Today*.

Technologies de l'information et de la communication

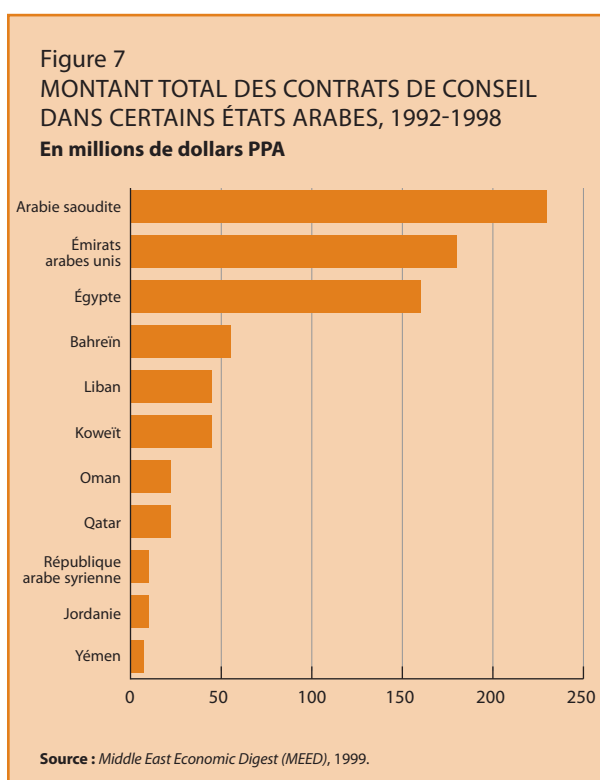
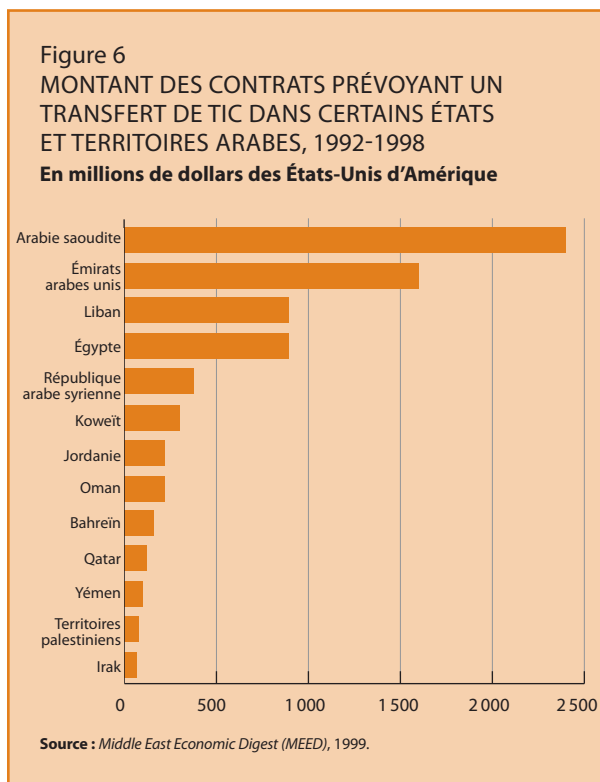
Les indicateurs relatifs à la région arabe montrent que la S & T a besoin de plus d'attention en termes de ressources, d'arrangements institutionnels et de soutien stratégique. Il existe en effet de graves déficiences, notamment pour ce qui est de l'accès aux nouvelles technologies et à l'information. La figure 4 montre que le nombre d'ordinateurs pour 1 000 habitants est deux fois moins élevé dans la région arabe que dans les pays à revenu intermédiaire. Il est inférieur à 25 pour 1 000 dans le monde arabe, contre une moyenne mondiale de 78,3 (PNUD, 2003a). De même, il n'y a que 109 lignes téléphoniques pour 1 000 habitants dans cette région, contre 561 en moyenne dans les pays développés. Cela veut dire 1 téléphone pour 10 citoyens des États arabes au lieu de 1 téléphone pour 1,7 individu dans les pays développés.

Certains États arabes sont cependant en train de rattraper leur retard sur la révolution de la communication. Par exemple, un réseau de 27 000 kilomètres de câbles à fibres optiques s'étend entre l'Arabie saoudite, l'Égypte, les Émirats arabes unis et la Jordanie. Par ailleurs, en 1999, une foire Internet intitulée *Dubai Internet City* a présenté les réalisations des Émirats arabes unis dans le domaine de l'intégration des technologies de l'information et de la communication (TIC).



Toutefois, d'une manière générale, le manque d'ordinateurs et le faible taux de pénétration de l'Internet dans la région arabe constituent de sérieux obstacles à l'apprentissage en ligne ainsi qu'à l'accès à l'information et aux bases de données du savoir disponibles dans l'ensemble des réseaux de recherche scientifique, universités, bibliothèques et ressources pédagogiques à travers le monde. L'évolution vers une société du savoir ne peut être menée à bien sans infrastructures adéquates et sans un assouplissement des entraves administratives à l'acquisition d'ordinateurs et de technologies informatiques connexes. Les barrières douanières et la protection politique dans les pays arabes font obstacle à la libre communication et au libre accès au savoir par l'intermédiaire des réseaux.

Les indicateurs montrent qu'en 2000 la région arabe comptait 4,2 millions d'internautes, soit 1,6 % de la population



(PNUD, 2003a), contre 30 % aux États-Unis d'Amérique. La faiblesse de ces chiffres est imputable à la fois aux facteurs déjà mentionnés et au coût élevé des lignes téléphoniques, des ordinateurs et des tarifs d'abonnement. Le nombre restreint de fournisseurs d'accès à l'Internet dans la région signifie que la concurrence est limitée et que les coûts restent considérables.

La figure 5 montre que certains pays arabes réalisent néanmoins des progrès substantiels en matière de pénétration de l'Internet. Des réseaux à fibres optiques et sans fil sont actuellement mis en place dans et entre les campus universitaires afin de favoriser la mise en commun de ressources dans les domaines de l'enseignement, de la recherche et de l'accès à l'information. Nombre d'universités arabes, notamment en Égypte, en Jordanie, au Liban et dans les États du Golfe, ont créé des systèmes d'éducation en ligne et d'universités ouvertes afin d'établir des liens avec les universités ouvertes au Royaume-Uni, ainsi qu'avec les universités européennes et américaines. Les bibliothèques sont également reliées entre elles grâce à un centre national d'information, afin de créer un système de bibliothèque électronique accessible par Intranet ainsi qu'une bibliothèque en ligne sur l'Internet.

Les universités sont de plus en plus nombreuses à mettre l'accent sur l'enseignement de la technologie informatique – matériels et logiciels – ainsi que sur les cours de formation aux logiciels. De tous les pays de la région, la Jordanie est celui

Tableau 4
LA FRACTURE NUMÉRIQUE DANS CERTAINS ÉTATS ARABES, 2002
Les autres pays sont indiqués à des fins de comparaison

	Score	Classement dans le <i>Networked Readiness Index</i>
Tunisie	4,16	34
Turquie	3,57	50
Jordanie	3,51	63
Égypte	3,13	64
Finlande	5,92	1
Malaisie	4,28	32
Nigéria	2,62	74

Source : Université Harvard (2003), *Global Information Technology Report 2002-2003*.

où la maîtrise de l'outil informatique est la meilleure, grâce à la mise en œuvre de programmes de formation conduisant au passeport international de compétences informatiques (*International Computer Driving Licence-ICDL*). Le contenu de ce programme est supervisé par l'UNESCO et satisfait aux normes européennes.

Le tableau 4 indique le classement de l'Égypte, de la Jordanie et de la Tunisie dans le *Networked Readiness Index (NRI)* - Indice de préparation pour l'accès au réseau (Université Harvard, 2003), en comparaison avec des pays de trois autres régions. L'indice classe les pays selon leur capacité à participer au monde en réseau et leur potentiel de participation future. Le pays le mieux classé est celui qui est doté des réseaux de TIC les plus développés et du plus grand potentiel pour les exploiter.

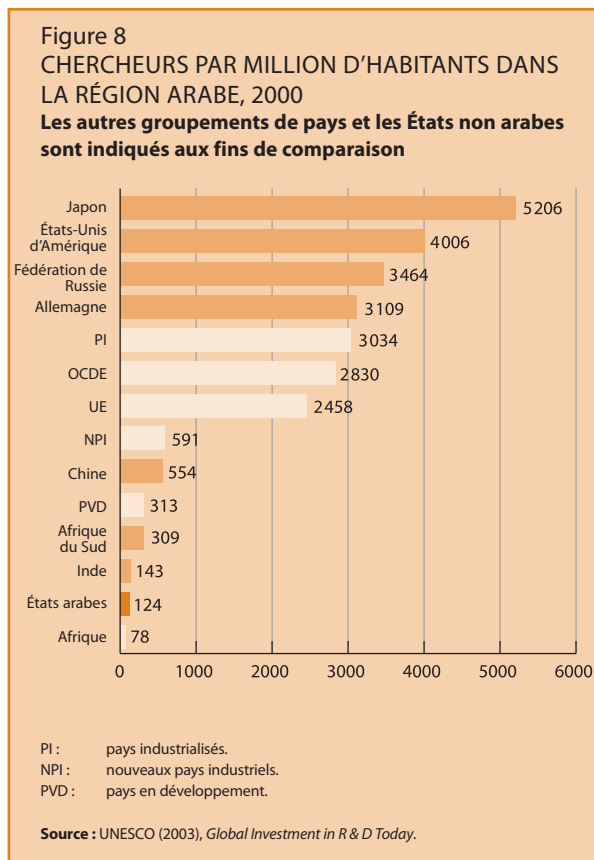
Entre 1992 et 1998, pour ce qui est du transfert de TIC, les États arabes ont dépensé au total 161,3 millions de dollars pour les technologies de l'information (TI) et 6,8 milliards de dollars pour les technologies de la communication. La figure 6 indique le montant des contrats prévoyant un transfert de TIC durant cette période.

Le conseil comme outil de transfert de technologie

Les contrats de conseil peuvent constituer un indicateur utile de la façon dont les savoir-faire sont orientés vers diverses activités économiques, et ces informations peuvent aider à identifier des domaines se prêtant à la mise en place d'institutions de S & T endogènes qui pourraient cibler le transfert de savoir-faire des contractants afin de renforcer les plans stratégiques nationaux. La figure 7 indique la valeur des contrats de conseil dans le domaine de la S & T conclus par les pays arabes entre 1992 et 1998 pour un montant total de 726 millions de dollars. L'Arabie saoudite, l'Égypte et les Émirats arabes unis représentent environ 78 % du total. En réalité, le transfert de S & T dépend beaucoup de la gestion de ces contrats et du type de relation établie entre les équipes locales et les consultants en termes de formation, de liens relationnels et de renforcement des capacités.

Scientifiques et ingénieurs arabes

La figure 8 indique que, avec 124 chercheurs et ingénieurs équivalent plein temps (EPT) par million d'habitants, la région



arabe ne devance que l'Afrique. Ce chiffre est en effet bien inférieur à la moyenne de 313 enregistrée pour les pays en développement.

En comparant la région arabe avec la Fédération de Russie, dont le nombre d'habitants est similaire, on constate que, dans la région arabe, le nombre de chercheurs par million d'habitants ne représente que 0,5 % de celui de la Fédération de Russie.

La DIRD par chercheur est extrêmement faible dans la région arabe (figure 9). Toutefois, du fait qu'elle se répartit entre moins de chercheurs, la DIRD par chercheur est en fait plus élevée dans la région arabe que dans la Fédération de Russie, bien que la DIRD totale de la région arabe ne représente que 12 % de celle de la Fédération de Russie.

Les groupes de recherche sont composés de titulaires de diplômes de maîtrise et de doctorat. La figure 10 présente la dépense de R & D par chercheur EPT dans certains pays arabes.

Ces données doivent être interprétées avec circonspection, car les chiffres élevés fournis pour certains pays traduisent le fait que la DIRD se répartit entre des chercheurs peu nombreux. Une grande partie de la DIRD sert à rémunérer les chercheurs et assistants. Il faut aussi noter que les chercheurs sont mieux payés dans les États du Golfe que dans les autres pays de la région.

Parmi les 20 000 chercheurs et ingénieurs que compte la région arabe, plus de la moitié (56 %) se trouvent en Égypte (tableau 5). Environ 66 % des chercheurs arabes sont employés par le secteur public, 31 % par le secteur universitaire et 3 % seulement par le secteur privé. Près de la moitié (44 %) de tous les chercheurs arabes travaillent dans les domaines de l'eau et de l'agriculture (UNESCO, 1998).

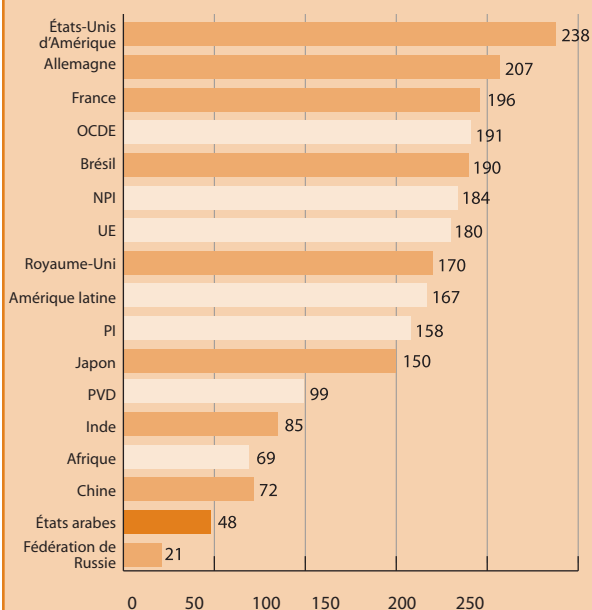
La plupart des scientifiques de la région travaillent dans les secteurs de l'agriculture et de la santé, ce qui donne à penser qu'ils continuent d'axer leurs travaux sur les besoins essentiels en vue d'assurer aux populations les ressources alimentaires et les soins de santé nécessaires. Les scientifiques n'ont pas encore pu sauter le pas vers la troisième vague de l'économie du savoir basée à forte intensité de matière grise et en sont restés aux stades agricole et industriel. La révolution des TI n'a pas encore totalement eu lieu en ce qui les concerne.

Qui finance quoi dans la R & D ?

Les indicateurs relatifs aux bailleurs de fonds de la R & D reflètent comment chaque pays traite la recherche orientée vers les problèmes. De nombreux pays se dirigent vers un modèle dans lequel le financement privé joue un rôle de plus en plus important dans les performances de la R & D. D'après le rapport de l'UNESCO (2003), en 2000, 70 % de la R & D de l'OCDE a été réalisée par le secteur privé, la part du secteur public étant de

Figure 9
DIRD PAR CHERCHEUR DANS LA RÉGION ARABE, 2000

Les autres groupements de pays et les États non arabes sont indiqués aux fins de comparaison (en milliers de dollars PPA)

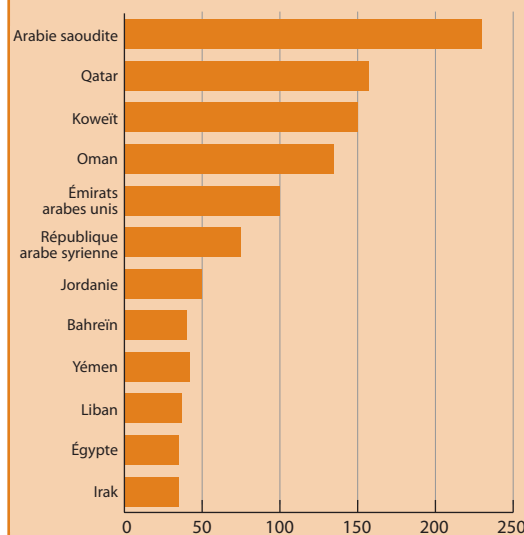


PI : pays industrialisés.
NPI : nouveaux pays industriels.
PVD : pays en développement.

Source : UNESCO (2003), *Global Investment in R & D Today*.

Figure 10
DIRD PAR CHERCHEUR EPT DANS CERTAINS ÉTATS ARABES, 1996

En milliers de dollars des États-Unis d'Amérique

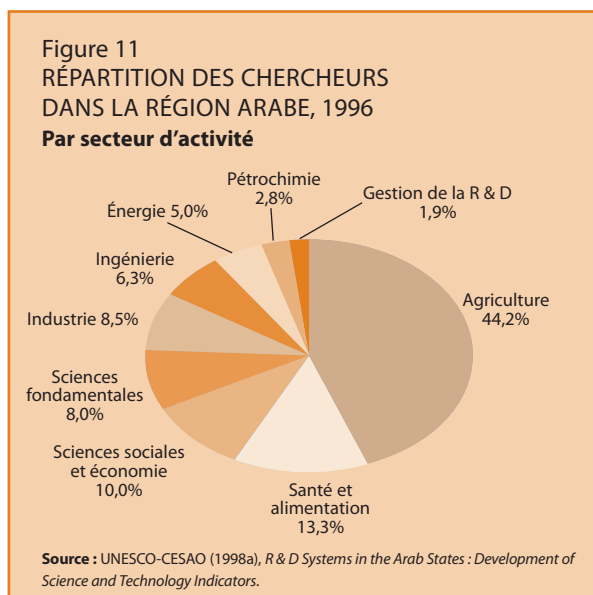


Source : UNESCO-CESAO (1998a), *R & D Systems in the Arab States : Development of Science and Technology Indicators*.

10 % et celle des universités de 17 %. Les 3 % restants ont été réalisés par des institutions privées à but non lucratif. En Suède, 78 % de la R & D est réalisée par les entreprises ; cette proportion considérable est comparable à celle qui est enregistrée en Israël et aux États-Unis d'Amérique (75 % chacun), en Suisse (74 %), au Japon (72 %), dans la Fédération de Russie (71 %) et dans la République de Corée (76 %).

Bien qu'elle soit particulièrement importante dans le domaine de la recherche fondamentale, la recherche universitaire ne représente que de 15 à 20 % de la R & D totale réalisée dans les grandes puissances économiques telles que l'Allemagne, les États-Unis d'Amérique, la France, le Japon et le Royaume-Uni. Il convient de noter qu'aux États-Unis seulement 60 % de la recherche universitaire est financée par des fonds fédéraux, le reste provenant de partenariats entre les universités et le secteur privé.

Les disparités les plus marquées entre les systèmes nationaux de R & D des pays membres de l'OCDE concernent les pays les moins avancés économiquement, les pays qui faisaient partie du bloc de l'Est – dont l'économie est traditionnellement basée sur l'agriculture et où l'activité industrielle est peu développée. Dans ces pays, la R & D dépend dans une large mesure des fonds publics.



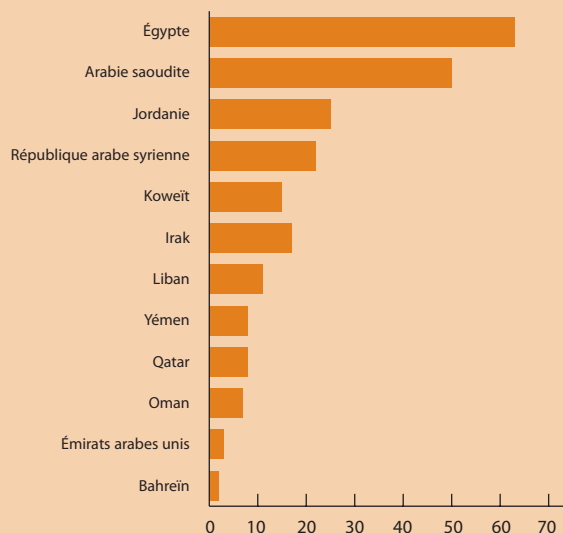
De même, dans la région arabe, la R & D est principalement financée par les deniers publics, le secteur privé ne disposant pas de l'infrastructure et du budget appropriés pour faire lui-même de la R & D. La dépense de R & D est financée à raison de 1 % par les entreprises, de 30 % par les universités et le reste par le gouvernement.

Tableau 5
RÉPARTITION DES CHERCHEURS EPT DANS LES ÉTATS ARABES MEMBRES DE LA CESAO, 1996-1998
Par secteur d'emploi

	Secteur public			Université			Secteur privé			Total
	Doctorat	Maîtrise	Total	Doctorat	Maîtrise	Total	Doctorat	Maîtrise	Total	
Arabie saoudite	84	224	308	363	175	538	0	0	0	846
Bahreïn	5	22	27	29	30	59	0	0	0	86
Égypte	4 708	3 366	8 074	1 627	757	2 384	114	172	286	10 744
Émirats arabes unis	12	44	56	26	25	51	0	0	0	107
Irak	189	540	729	366	296	662	0	0	0	1 391
Jordanie	86	129	215	98	42	140	15	31	46	401
Koweït	117	217	334	81	2	83	8	15	23	440
Liban	28	65	93	65	47	112	0	0	0	205
Oman	17	39	56	19	7	26	0	0	0	82
Qatar	2	2	4	18	12	30	0	0	0	34
République arabe syrienne	95	115	210	109	37	146	0	0	0	356
Yémen	115	89	204	44	22	66	0	0	0	270

Source : Rapports CESAO-UNESCO.

Figure 12
NOMBRE D'UNITÉS DE R & D DANS CERTAINS PAYS DE LA RÉGION ARABE, 1999



Source : CESAO (1999), *Science and Technology Policies in the Twenty-first Century*.

On pourrait en conclure que le secteur public est prédominant dans les économies de la région arabe. Certains pays ont néanmoins pris récemment des mesures énergiques en vue de privatiser de grands secteurs publics. Le réel

obstacle à une plus grande participation du secteur privé au financement et à la mise en œuvre de la R & D est une question de politique : il s'agit de savoir comment passer d'un État omniprésent, c'est-à-dire de la gestion publique de l'ensemble des activités économiques, à un État modeste, avec un rôle accru des entreprises dans la R & D. En attendant de modifier leurs politiques en matière de R & D, les gouvernements pourraient prendre des mesures incitatives pour favoriser la croissance des financements privés dans ce domaine.

Unités de R & D dans la région arabe

Dans les pays industrialisés, la plupart des unités de R & D appartiennent au secteur privé. Même les universités et les instituts de recherche mènent des recherches sous contrat pour le compte du secteur privé. À l'inverse, dans les pays arabes, la plupart des unités de R & D relèvent du secteur public et ne mènent que très peu de recherches sous contrat. Le tableau 6 présente la répartition des unités de R & D par secteur et met en évidence la prédominance des unités de recherche spécialisées dans l'agriculture et les domaines connexes.

Sur l'ensemble des unités de R & D de la région, 36,3 % sont spécialisées dans le secteur de l'agriculture, suivi de celui de la santé, qui représente 18,3 % du total. Les unités de R & D

Tableau 6
UNITÉS DE R & D DANS LA RÉGION ARABE, 1996
Par secteur économique

	Secteur public	Université	Secteur privé	Total	% du total
Agriculture	97	19	1	117	36,3
Santé	43	16	0	59	18,3
Industrie	34	2	16	52	16,1
Énergie	27	1	0	28	8,7
Sciences fondamentales	12	8	0	20	6,2
Sciences sociales	13	7	0	20	6,2
Pétrochimie	11	2	0	13	4,1
Ingénierie	6	7	0	13	4,1
Total	243	62	17	322	100
Répartition en %	75,4	19,3	5,3	-	100

Source : UNESCO-CESAO (1998b), *Higher Education in the Arab States : Development of S & T Indicators*.

Tableau 7
DÉPENSES MOYENNES D'ÉDUCATION
DANS LA RÉGION ARABE, 1996-2001

	Dépenses en % du PIB	En % du total des dépenses
Arabie saoudite	9,3	22,8
Yémen	7,0	–
Tunisie	6,7	19,9
Égypte	5,2	14,7
Maroc	5,2	20,9
Algérie	5,1	16,4
Jordanie	5,1	24,2
Koweït	4,7	14,0
Mauritanie	4,5	19,1
Oman	4,5	9,1
Bahreïn	3,7	12,0
République arabe syrienne	3,5	13,6
Djibouti	3,4	–
Liban	1,9	8,2
Émirats arabes unis	1,8	16,4
Soudan	0,9	–

Sources : UNESCO (1999), *Annuaire statistique* ; Fonds arabe pour le développement économique et social (2002), *Unified Arab Economic Report*.

s'occupant d'industrie, d'ingénierie et de domaines connexes tels le génie informatique et la microélectronique représentent 20,2 % du total, et celles travaillant dans le domaine de l'énergie 8,7 %.

La recherche en sciences fondamentales est réalisée par l'État et les universités, et elle ne représente que 6,2 % de l'ensemble de la R & D dans la région. Ce pourcentage modeste reflète le peu d'intérêt accordé par la région à ce domaine qui constitue pourtant la clé de toutes les sciences appliquées.

L'Égypte est classée au premier rang des pays arabes membres de la Commission économique et sociale des Nations Unies pour l'Asie occidentale (CESAO) pour le nombre d'unités de R & D, suivie par l'Arabie saoudite et la Jordanie (figure 12). Les États financent environ 75 % de ces unités, les universités se plaçant loin derrière avec seulement 19 % environ, les 6 % restants étant financés par le secteur privé (tableau 6).

ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR : DÉVELOPPEMENT DES RESSOURCES HUMAINES DE LA S & T

Les États arabes ont beaucoup progressé dans le développement de l'enseignement supérieur. Quelque 200 universités arabes accueillent aujourd'hui 3,6 millions d'étudiants dont s'occupent 140 000 enseignants. On trouve en outre dans la région 600 établissements communautaires ou intermédiaires qui délivrent des diplômes au lieu de grades universitaires. Compte tenu du taux de croissance démographique élevé (2,3 %), qui fait que les jeunes représentent une forte proportion de la population, les effectifs de l'enseignement supérieur devraient atteindre 5,6 millions d'étudiants d'ici à 2015. Il faudra pour les former 250 000 enseignants, soit près du double du nombre actuel.

Dans la région arabe, l'État dépense en moyenne environ 2 400 dollars par étudiant, c'est-à-dire bien moins qu'en Espagne (14 200 dollars). Le tableau 7 indique la moyenne

Tableau 8
ÉTUDIANTS INSCRITS DANS L'ENSEIGNEMENT
SUPÉRIEUR DANS LA RÉGION ARABE, 2000
Pourcentage par cohorte d'âge

	Hommes	Femmes	Total
Jamahiriya arabe libyenne	51,7	50,6	51,2
Liban	35,2	38,2	36,7
Jordanie	26,8	30,6	28,6
Qatar	13,7	46,2	27,7
Bahreïn	19,6	31,1	25,2
Territoires palestiniens	29,2	17,9	24,0
Égypte	27,1	17,8	22,4
Arabie saoudite	19,6	25,4	22,4
Koweït	13,0	30,0	21,1
Tunisie	19,6	19,0	19,3
Algérie	15,8	11,0	15,0
Irak	17,5	9,5	13,6
Émirats arabes unis	4,9	20,7	12,1
Yémen	16,7	4,6	10,8
Maroc	10,6	8,0	9,3
Oman	8,8	7,1	8,0
Soudan	7,1	6,6	6,9
République arabe syrienne	17,6	12,6	6,1
Mauritanie	6,6	1,3	5,6
Somalie	3,6	1,1	2,3
Djibouti	0,4	0,3	0,4

Source : Fonds arabe pour le développement économique et social (2002), *Unified Arab Economic Report* ; base de données 2003.

des dépenses d'éducation dans les États arabes de 1996 à 2001, en pourcentage du PIB et en pourcentage du total des dépenses publiques. Les dépenses consacrées à l'enseignement supérieur sont très variables selon les pays. Dans certains, le taux de dépense est comparable à celui des pays industrialisés,

tandis que dans d'autres ce taux est encore plus faible même que la moyenne pour les pays en développement.

La région arabe consacre chaque année 5,4 % du PIB aux universités et établissements d'enseignement supérieur publics, contre 5 % dans les pays industrialisés et 3,8 % dans

Deux initiatives du Millénaire dans le monde arabe

ACADÉMIE ARABE DES SCIENCES

L'Académie arabe des sciences, qui a son siège à Beyrouth, au Liban, est une organisation scientifique apolitique, non gouvernementale et à but non lucratif. Elle a été fondée en 2002 par un groupe de scientifiques arabes, à l'initiative de l'UNESCO.

L'Académie soutient et promeut l'excellence chez les scientifiques arabes et favorise la R & D axée sur la résolution des problèmes intéressant le monde arabe. Elle joue aussi le rôle d'organe consultatif sur les questions relatives au monde arabe. En trois ans d'existence, elle a organisé deux conférences internationales, la première à Beyrouth en 2003 sur « la bioéthique : comment adapter la biotechnologie à la culture et aux valeurs », et la seconde à Amman (Jordanie) en 2004 sur la biotechnologie des médicaments et les plantes médicinales.

Afin d'établir des liens entre les chercheurs et la gouvernance, l'Académie a organisé conjointement avec l'UNESCO et l'ISESCO une réunion sur l'optique parlementaire de la politique scientifique, technologique et de l'innovation dans le monde arabe, qui s'est tenue au Caire en décembre 2004. L'Académie encourage la coopération entre les chercheurs des pays arabes ainsi qu'entre ces derniers et la communauté scientifique internationale. Elle est en particulier membre fondateur du Réseau arabe des femmes scientifiques et travaillant dans la technologie.

Dans une région où le grand public ne s'intéresse guère à la science, l'Académie cherche aussi à faire en sorte que les gens comprennent la science et la respectent.

Le projet sur lequel a mis l'accent l'Académie pour 2004-2005 a été la production d'une encyclopédie arabe sur les connaissances au service du développement durable (*Arabic Encyclopedia on Knowledge for Sustainable Development*), bénéficiant du soutien de l'UNESCO. Une fois achevée, cette encyclopédie comprendra quatre volumes couvrant les aspects environnementaux, sociaux et économiques du développement durable. En 2005, l'Académie sollicitait encore les contributions de spécialistes.

La réalisation phare de l'Académie sera un profil de la S & T et de l'enseignement supérieur dans la région arabe, qui sera publié en ligne en 2006 et mis à jour chaque année.

L'Académie est gouvernée par une assemblée générale composée de tous ses membres et par un conseil exécutif présidé par le professeur Adnan Badran, président de l'Université de Philadelphie en Jordanie. Les activités de l'Académie sont subventionnées par des organisations internationales et régionales parmi lesquelles figurent l'UNESCO, l'Organisation islamique pour l'éducation, les sciences et la culture (ISESCO), l'Organisation arabe pour l'éducation, la culture et la science (ALECSO), le Comité permanent sur la coopération scientifique et technologique de l'Organisation de la Conférence islamique (COMSTECH), l'Académie des sciences du monde en développement (TWAS) et la Commission sur la science et la technologie pour un développement durable dans le Sud (COMSATS) créée en 1994 sous l'égide de la TWAS.

Voir : www.arabacas.org ou écrire à : a.academy@unesco.org.

les pays en développement. Il a été calculé que 20 % du total des dépenses d'éducation des pays arabes est alloué à l'enseignement supérieur public.

Les indicateurs montrent que les étudiants du supérieur (y compris ceux des établissements non universitaires)

représentent 25 % de la population remplissant les conditions requises pour faire des études supérieures, proportion élevée en comparaison des pays en développement. Le tableau 8 montre que, dans la grande majorité des pays arabes, l'équilibre est maintenant assuré entre les sexes dans

FONDATION ARABE POUR LA SCIENCE ET LA TECHNOLOGIE

La Fondation arabe pour la science et la technologie (ASTF) a été créée en 2000 pour améliorer la productivité et la qualité de la recherche arabe en rassemblant les talents des scientifiques arabes vivant dans la région arabe ou ailleurs, en conjuguant un réseau d'interconnexion et la recherche en partenariat dans des domaines stratégiques. Bien que le dessalement de l'eau soit un domaine revêtant un intérêt évident, le *Solar Water Desalination Project*, projet de dessalement de l'eau à l'aide de l'énergie solaire, lancé par la Fondation en 2004 grâce à des fonds fournis par le Bureau national libyen de recherche et développement, constitue la première recherche en partenariat de ce type dans la région.

La Fondation apporte un appui financier et technique à des projets de recherche innovants sous la forme de subventions directes ou de collecte de fonds pour leur compte. Le budget de la Fondation est financé par différentes sources, dont une dotation de 1 million de dollars de l'Abdul Latif Jameel Co. Ltd pour la recherche scientifique dans le monde arabe sous la supervision de la Fondation.

Membre fondateur de l'*Arab Union of Venture Capital* (Union arabe pour le capital-risque) et du *Gulf Venture Capital Association* (Association du Golfe pour le capital-risque), la Fondation cherche à forger le chaînon manquant dans le monde arabe entre la communauté scientifique et les entreprises. À cet effet, elle a organisé en avril 2004 le premier forum sur l'investissement dans la technologie dans la région, suivi d'un deuxième forum six mois plus tard. Le forum,

dont le mot d'ordre est « innover localement, être compétitif mondialement », joue le rôle d'intermédiaire entre les jeunes entreprises de la communauté arabe de la recherche scientifique et les entreprises et investisseurs.

La Fondation a également organisé en 2000, 2002 et 2004 trois colloques sur les perspectives de la recherche scientifique, visant à catalyser et à aider la recherche en partenariat axée sur le développement parmi les scientifiques de 22 pays arabes.

En 2003, l'ASTF a réalisé une enquête sur les besoins auprès de 400 scientifiques des universités irakiennes spécialisés dans 12 secteurs d'importance primordiale – santé, ressources en eau, environnement, ingénierie, agriculture, sciences vétérinaires et élevage, biotechnologie et génétique, science des matériaux appliquée, sciences fondamentales et technologies de l'information. Les conclusions de cette enquête ont été publiées en 2004 dans un rapport intitulé *The Priorities of the Iraqi S&T Community* (Priorités de la communauté scientifique et technologique irakienne).

Le conseil d'administration de l'ASTF est composé de dix membres élus. Tous sont des scientifiques arabes appartenant à des institutions, des entreprises et des universités du monde arabe, des États-Unis d'Amérique ou du Royaume-Uni. Un des fondateurs, Abdallah Abdelaziz Alnajjar, est également président de l'ASTF, outre ses fonctions de directeur du Centre de recherche de l'Université de Sharjah, dans les Émirats arabes unis. Élément moteur de l'ASTF, sa vision a pu devenir réalité grâce à l'appui financier apporté dès le départ par S. A. le sheik Sultan Bin Mohammed al-Qassimi, émir de Sharjah.

Voir : www.astf.net ou écrire à : info@astf.net.

l'enseignement supérieur. On constate même dans plusieurs pays un déséquilibre en faveur des filles, par exemple en Arabie saoudite et dans les États du Golfe.

Il est difficile d'obtenir des données récentes sur les effectifs d'étudiants en sciences exactes et naturelles dans la région arabe, mais on dispose de données pour 2001 en ce qui concerne le Liban et les Territoires palestiniens. Selon l'Institut de statistique de l'UNESCO, le pourcentage de jeunes qui étudient ces disciplines est à peu près le même que dans des pays comme l'Allemagne, l'Australie et le Mexique – 15,8 % au Liban et 13,2 % dans les Territoires palestiniens. Les filles représentent une forte proportion des étudiants inscrits en sciences exactes et naturelles aussi bien au Liban (41,1 %) que dans les Territoires palestiniens (46,9 %).

Les dépenses publiques consacrées à l'enseignement supérieur sont complétées par le secteur privé. La Jordanie et le Liban, par exemple, ont créé de nombreux établissements communautaires et universités financés exclusivement par le secteur privé. Cette tendance s'étend rapidement à l'ensemble de la région arabe. La Jordanie compte 11 universités privées, nombre qui devrait augmenter d'ici à deux ans, pour seulement 9 universités publiques. Le Liban a augmenté le nombre de ses collèges et universités privés, qui s'élève aujourd'hui à 34. Toutefois, 70 % des étudiants inscrits dans ces établissements privés sont inscrits dans des disciplines qui relèvent des lettres et des sciences sociales, et la qualité de l'éducation ne répond pas toujours aux attentes. Les indicateurs montrent que la stimulation de l'environnement éducatif reste insuffisante pour favoriser l'esprit d'entreprise et susciter la créativité et l'innovation.

Il convient de noter que la qualité de l'éducation ne dépend pas exclusivement de la disponibilité des ressources financières. Les conclusions de l'Enquête internationale sur les mathématiques et les sciences (TIMSS) – évaluation mondiale des élèves du primaire et du secondaire en mathématiques et en sciences – montrent que la qualité de l'éducation est maintenant meilleure dans la République de Corée, par exemple, qu'aux États-Unis d'Amérique, bien que ce dernier pays consacre quatre fois plus de fonds que le premier à l'éducation.

Trois des 39 pays participant à l'édition 1999 de la TIMSS étaient des pays arabes. En mathématiques, la Tunisie occupait le 29^e rang avec 448 points, la Jordanie le 32^e avec 428 points et le Maroc le 37^e avec 337 points (Singapour étant classé au 1^{er} rang avec 604 points). En sciences, la Jordanie était classée 30^e avec 450 points, la Tunisie 34^e avec 430 points et le Maroc 37^e avec 323 points. Taiwan de Chine arrivait en tête avec 564 points. Cela démontre que la qualité de l'éducation dépend non seulement des ressources ou de facteurs quantitatifs, mais aussi du processus éducatif et des moyens de transmission des connaissances et d'évaluation.

Bien que le développement des possibilités d'éducation soit essentiel pour une population arabe de 295 millions d'habitants (le Japon, par exemple, compte 1 000 universités – dont 120 rien qu'à Tokyo – pour une population de 127 millions d'habitants), la baisse de la qualité actuellement observée compromet un objectif fondamental du développement de la S & T, à savoir l'amélioration de la qualité de vie et la progression de la région arabe vers une société du savoir.

Qualité de l'enseignement supérieur

De nombreuses caractéristiques de l'enseignement supérieur dans les États arabes contribuent à en faire un enseignement de qualité médiocre. Elles sont résumées ci-dessous.

- Les universités de la région arabe souffrent d'un manque d'autonomie – le socle que constitue la liberté d'expression et la liberté de pensée – et subissent la pression politique et idéologique exercée par les pouvoirs publics. Elles sont soumises au double contrôle des systèmes politiques nationaux et des systèmes sociaux, qu'ils soient tribaux, ethniques, religieux ou autres.
- En l'absence de politique d'admission bien définie, les universités accueillent des étudiants dans diverses disciplines sur la base d'autres critères que le mérite ou l'excellence. Pour des raisons politiques, le nombre d'admissions d'étudiants originaires des provinces, par exemple, est souvent plus élevé que prévu.
- Les universités ne disposent pas d'un corps enseignant de qualité. Nombre de professeurs sont issus d'un système universitaire unique et ont obtenu leurs diplômes de premier

et second cycles dans l'université qui les emploie. De ce fait, il est fréquent que leur conception de l'enseignement et de la recherche universitaires n'aille pas au-delà des limites de l'université. Par ailleurs, certains enseignants sont en poste à la suite de nominations politiques imposées à l'université, au mépris des qualifications requises pour le poste.

- La rigidité des programmes d'étude empêche de répondre aux besoins, qui ne cessent d'évoluer dans une économie du savoir mondialisée. Ces programmes sont, dans certaines universités, obsolètes, les enseignants ne disposant guère de temps pour mettre à niveau leurs compétences en bibliothèque ou en utilisant les réseaux d'information afin de structurer les connaissances tirées des nouvelles bases de données sur les sujets qu'ils enseignent. Les manuels sont caducs et parfois indisponibles ou trop coûteux pour les étudiants. Les cours n'ont plus d'intérêt sans l'aide de l'enseignement assisté par ordinateur ou en l'absence de documents de référence et de ressources pédagogiques actualisés.
- L'apprentissage en ligne et l'enseignement à distance sont insuffisants. La mise au point d'outils d'autodidaxie (enseigner aux individus comment apprendre) et la formation continue ne sont pas encore implantées dans les universités arabes.
- Il est rare que le processus d'apprentissage soit combiné avec l'expérience professionnelle et la formation dans les secteurs publics et privés. Cela est dû à l'augmentation du nombre des étudiants, qui se traduit par le recours à un mode d'enseignement traditionnel – seul moyen d'établir un contact entre enseignant et étudiant.
- Il n'y a pas d'environnement de R & D dans les campus en raison de la lourde charge de travail imposée aux enseignants ainsi que du manque de ressources, de matériel et d'installations d'apprentissage.

Créer des passerelles entre l'université et les entreprises

Les États arabes connaissent un triple divorce entre la recherche universitaire, l'enseignement et les entreprises. La recherche contractuelle fait défaut entre les entreprises et les universités. Bien que certaines universités aient mis en place des incubateurs technologiques et des parcs d'activités avec des entre-

prises partenaires, la plupart des universités n'ont pas encore emprunté cette voie.

Les universités nationales commencent à se relier par des réseaux mais il leur faut intensifier leurs efforts pour intégrer la coopération régionale et internationale afin d'introduire l'apprentissage interactif, et l'éducation multimédia et en ligne.

PERSPECTIVES D'AVENIR

Au cours des trente dernières années, des progrès considérables ont été réalisés dans la région arabe, essentiellement dans les domaines de l'éducation, de la production alimentaire, des produits pharmaceutiques et de la santé, mais il reste encore un long chemin à parcourir.

La région arabe se trouve à un carrefour sur les plans économique, politique, scientifique et technologique. Pour devenir prospère, elle se doit de participer à la société mondiale du savoir et de l'information et, pour ce faire, elle doit commencer par des investissements de grande ampleur dans l'amélioration de la qualité et de la pertinence de l'éducation, du primaire au supérieur.

La réforme de l'éducation est indispensable pour préparer la population à l'économie du savoir et à la mondialisation, qui dépendent des connaissances et sont interdépendantes. C'est l'éducation qui apportera une valeur ajoutée au capital humain, permettant à la région de renforcer sa capacité scientifique et de passer d'une technologie clés en main à l'innovation endogène.

Cette réforme devra d'abord concentrer les efforts sur l'élimination de l'analphabétisme qui touche 68 millions de personnes dans la région, soit 38 % de la population arabe adulte (2000). C'est à l'aggravation de l'analphabétisme que sont imputables la dégradation de la science et la forte croissance démographique. Le taux d'analphabétisme dans les États arabes est supérieur à la moyenne des pays en développement (27 %) et à la moyenne mondiale (25 %) et contraste de manière spectaculaire avec les taux d'analphabétisme dans les pays industrialisés (1,1 %).

Ensuite, l'éducation devrait s'appuyer sur la science, être compétitive, flexible et pertinente, et surtout produire de la qualité. La réforme devrait mettre l'accent sur les compétences

dans les domaines des mathématiques, des sciences et de la technologie de l'information. Les écoles devraient enseigner l'éthique, le travail d'équipe, la discipline, le dialogue et le respect des différences et être des lieux propices à la créativité, à la pensée novatrice, à la curiosité intellectuelle et à l'apprentissage tout au long de la vie.

Une telle éducation préparerait les individus à absorber l'avalanche d'informations nécessaires à l'édification du savoir. Il faut aux jeunes un environnement éducatif stimulant pour déployer leur créativité au service de l'invention de solutions originales à des problèmes difficiles. Ils ne devraient pas être censés mémoriser et reproduire des faits lors des examens sans s'interroger sur les principes scientifiques et leur application à des situations concrètes.

S'agissant de la recherche, la réforme doit se fixer comme objectif de relever le niveau des universités et des centres de recherche arabes, jusqu'à ce qu'il soit comparable à celui des centres d'excellence répondant aux normes internationales, afin de former des chercheurs de classe mondiale en vue de la création de nouvelles connaissances. Dans la science

et la recherche fondamentales, l'accent doit être mis sur l'absorption et le développement des nouvelles technologies de pointe.

La région arabe doit tirer parti de son héritage culturel et réintroduire un système fondé sur le mérite à tous les niveaux afin de promouvoir la créativité et l'innovation. Il va sans dire que des politiques adéquates des pouvoirs publics et une législation permettant d'assouplir les règles bureaucratiques devraient être mises en œuvre afin de créer un environnement stable et durable pour la S & T. Il faut établir des relations de confiance entre les universités et les centres de recherche, d'une part, et les universités et les entreprises, d'autre part. Enfin, mais ce n'est pas le point le moins important, l'interaction entre scientifiques et économistes permettrait d'optimiser le processus de croissance.

Si les États arabes veulent développer pleinement leur potentiel scientifique et technologique, il leur faut mettre en œuvre des réformes pour édifier des sociétés qui encouragent la tolérance, autorisent la libre expression, favorisent la liberté de pensée et respectent les droits de l'homme.

RÉFÉRENCES ET LECTURES COMPLÉMENTAIRES

- Académie islamique des sciences. 1999. *Science and Technology Education for Development in the Islamic World*. Amman, IAS.
- Badran, A. 2000. *Science and Technology in the Arab Region : Future Prospects*. Amman, Shoman Foundation.
- . 2001. *Building the Human Capital Through Educational Technology: a Vision for 2000+*. Commande de l'UNESCO. Émirats arabes unis, Billeh et Mawgood, pp. 129-146.
- . 2001. *Higher Education and Future Challenges in the Arab Region*. Amman, Shoman Foundation.
- Banque mondiale. 2002. *World Development Indicators*.
- Ekelund, R. B. ; Hébert, R. F. 1990. *History of Economic Theory and Method*. Long Grove, Illinois, Etats-Unis d'Amérique, Waveland Press.
- Fonds arabe pour le développement économique et social. 2002. *The Unified Arab Economic Report*.
- . 2003. *The Unified Arab Economic Report*.
- InterAcademy Council. 2004. *Inventing a Better Future. A Strategy for Building Worldwide Capacity in Science and Technology*. Amsterdam, IAC.
- PNUD. 2002. *Rapport sur le développement humain dans le monde arabe*.
- . 2003a. *Rapport sur le développement humain dans le monde arabe*.
- . 2003b. *Rapport mondial sur le développement humain*.
- UNESCO. 1998. *Rapport mondial sur la science*. Paris, Éditions UNESCO.
- . 1999. *Annuaire statistique*. Paris, Éditions UNESCO.
- . 2003. *Global Investment in R & D Today*. Paris.
- UNESCO-CESAO. 1998a. *R & D Systems in the Arab States : Development of S & T Indicators*. Beyrouth, Commission économique et sociale des Nations Unies pour l'Asie occidentale.
- . 1998b. *Higher Education in the Arab States : Development of S & T Indicators*. Beyrouth, Commission économique et sociale des Nations Unies pour l'Asie occidentale.
- . 1999. *Science and Technology Policies in the Twenty-first Century*. Beyrouth, Commission économique et sociale des Nations Unies pour l'Asie occidentale.
- Université Harvard. 2003. *Global Information Technology Report 2002-2003*. (Disponible auprès d'Oxford University Press.)

Adnan Badran est ancien Premier ministre de la Jordanie (2005). Après avoir exercé les fonctions de ministre de l'Agriculture puis de ministre de l'Éducation dans son pays, il est entré à l'UNESCO en 1990 en qualité de sous-directeur général pour les sciences exactes et naturelles. Six ans plus tard, il a été nommé directeur général adjoint de l'UNESCO, poste qu'il a occupé jusqu'en août 1998.

Adnan Badran a fait ses études supérieures aux États-Unis d'Amérique, couronnées en 1963 par un doctorat de l'Université de l'État du Michigan. Il s'est ensuite consacré pendant trois ans à la recherche fondamentale sur la physiologie et la biochimie des plantes aux États-Unis d'Amérique avant de retourner en Jordanie, où il a occupé la chaire de professeur de biologie à l'Université de Jordanie. Il a ensuite été nommé doyen de la faculté des sciences de cette université, puis président-fondateur de l'Université de Yarmouk, également en Jordanie, de 1976 à 1986.

Au cours de sa carrière, Adnan Badran a publié plusieurs ouvrages et articles sur les sciences de la vie. Il est également l'auteur d'articles sur la politique scientifique et l'enseignement supérieur dans la région arabe. Au moment de sa nomination au poste de Premier Ministre, il était président de l'Université de Philadelphie en Jordanie et de l'Académie arabe des sciences à Beyrouth.

L'Afrique

JACQUES GAILLARD, MOHAMED HASSAN et ROLAND WAAST
EN COLLABORATION AVEC DANIEL SCHAFFER

L'Afrique est un continent riche : riche en biodiversité, riche en ressources minérales, riche en pierres précieuses. C'est aussi un continent riche en savoirs traditionnels, notamment en matière de plantes indigènes et médicinales. Mais l'Afrique est également un continent pauvre qui, avec environ 13 % de la population mondiale, ne dispose que de 1 % de la richesse mondiale. Selon les estimations, 50 % de la population africaine vit dans la pauvreté et 40 % souffre de la malnutrition et de la faim. Les deux tiers des sols africains sont dégradés et plus de la moitié de la population du continent n'a pas accès à l'eau potable. Le paludisme constitue une menace sérieuse dans plusieurs régions et le VIH/SIDA a décimé la jeunesse de nombreuses nations africaines, notamment au Botswana, en République d'Afrique du Sud et au Zimbabwe, où on estime que 25 % des adultes sont aujourd'hui atteints de cette maladie mortelle.

Comment expliquer l'état d'appauvrissement dans lequel se trouve l'Afrique ? De nombreux facteurs politiques, socio-économiques et environnementaux sont en cause : des siècles de colonialisme auxquels ont succédé des décennies de régimes autoritaires locaux ; un manque chronique de transparence dans les transactions économiques, allant souvent de pair avec la corruption ; une exploitation non viable des ressources naturelles ; une participation marginale à l'économie mondiale. Cependant, il est un autre facteur, peut-être moins visible ou moins spectaculaire que ceux qui viennent d'être mentionnés, mais qui joue un rôle crucial dans l'inaptitude du continent à participer à l'activité économique mondiale, à protéger son environnement et à concevoir des stratégies durables de développement économique. Il s'agit des insuffisances qui se font cruellement ressentir en Afrique dans le domaine de la science et de la technologie (S & T) (UNESCO, 2000 ; *Current Science*, 2001).

Partant d'un potentiel scientifique endogène extrêmement faible en 1960 (Eisemon, 1979), l'Afrique a traversé une phase assez intensive de mise en place d'institutions scientifiques (instituts de recherche et universités) au cours des années 70 et 80 (Davis, 1983 ; Kolinsky, 1985 ; Gaillard *et al.*, 1997),

accompagnée d'une explosion de la population universitaire et d'une progression régulière du nombre des chercheurs scientifiques (Gaillard et Waast, 1993). Cette évolution a été soutenue par des aides d'un montant très variable selon les pays concernés¹. Ces programmes ont revêtu diverses formes : bourses de formation, bourses de recherche accordées à des chercheurs et à des équipes, création, renforcement et jumelage d'institutions, programmes de partenariat Nord-Sud pour la recherche, etc. (Gaillard, 1999). À la fin des années 80, les bénéfices procurés par ces investissements étaient modestes, mais réels.

Depuis, la situation de la S & T s'est considérablement dégradée dans la plupart des pays africains. Les sévères réductions des dépenses publiques ont entraîné un déclin marqué des établissements d'enseignement supérieur et des centres de recherche. Les organes nationaux de coordination de l'enseignement et de la recherche, qui servaient naguère de points focaux pour la réforme de la S & T, ont perdu une grande partie de leur pouvoir et de leur influence politiques. Nombre de ces organes tournés vers la réforme ont du reste été dissous. Outre cette décennie de problèmes qui ont conduit au démantèlement des infrastructures de la S & T en Afrique, il y a le fait que le recrutement a été quasi inexistant tout au long des années 90 et que les salaires des scientifiques ne suffisent plus pour vivre décemment. Les études récentes sur les communautés de la recherche scientifique en Afrique ont détaillé maintes et maintes fois les conditions déplorables qui règnent dans ce secteur (Dahoun, 1997 ; Gaillard *et al.*, 1997² ; Lebeau et Ogunsanya, 1999). Des universités naguère porteuses d'espoir, comme celles d'Ibadan au Nigéria, de Dakar au Sénégal, de Dar es-Salaam en République-Unie de Tanzanie et de Khartoum au Soudan, ne sont plus que l'ombre d'elles-mêmes. Les bâtiments sont mal entretenus, les équipements de laboratoire modernes sont rares, le corps enseignant et le personnel ne jouissent pas de la considération qu'ils méritent et ne sont parfois pas rémunérés. Dans le même temps, le financement extérieur de la science et les initiatives de recherche conjointes avec

1. Dans certains pays d'Afrique, l'« aide » extérieure à la recherche et à la coopération scientifique a pu représenter plus de 75 % du budget national de recherche, par exemple au Sénégal (Gaillard *et al.*, 1997).

2. Voir en particulier les chapitres consacrés à l'Égypte, au Kenya, au Nigéria et au Sénégal.

les universités et les centres de recherche d'autres pays ont souvent régressé. Dans ces conditions, il n'est pas surprenant de voir se poursuivre l'exode massif des meilleurs talents scientifiques du continent, créant un problème chronique de « fuite des cerveaux ».

En outre, l'aide publique au développement fournie par les pays les plus riches du monde représente aujourd'hui 0,22 % de leur produit intérieur brut, bien loin de l'objectif de 0,7 % convenu au plan international. Aucune région du monde en développement ne souffre plus que l'Afrique de la parcimonie avec laquelle l'aide est accordée. D'un autre côté, il est vrai que les stratégies de développement économique et de transfert de technologies des années 1960 à 1980 – souvent encouragées, sinon conçues par les « donateurs » du Nord – n'ont pas bien servi les intérêts de l'Afrique. Dans le cadre de ces programmes, les pays d'Afrique dont les infrastructures scientifiques étaient faibles ne disposaient tout simplement pas des compétences requises pour évaluer la pertinence des technologies introduites. De plus, ils ne disposaient pas de la masse critique de scientifiques et d'ingénieurs nécessaire pour apporter une importante valeur ajoutée aux immenses richesses du continent en termes de ressources naturelles en les transformant en produits et en processus plus rémunérateurs sur le marché mondial que les matières premières non transformées.

Malgré ces tendances préoccupantes engendrées par une crise qui perdure, il y a des raisons d'espérer un avenir meilleur pour la S & T en Afrique. Plusieurs fondations et organisations internationales ont, par exemple, lancé récemment des programmes ambitieux, en consultation avec des institutions et des pays africains, pour remettre en état les systèmes d'enseignement supérieur et de recherche dans un certain nombre de pays. D'autres initiatives encore plus prometteuses prises par plusieurs gouvernements africains pourraient dynamiser le développement de la S & T sur le continent. Certaines institutions scientifiques africaines ont,

par exemple, recommencé à recruter des chercheurs. De même, un nombre croissant de programmes nationaux de bourses de recherche ont été mis en place ces dernières années. Pour donner un exemple précis, le gouvernement nigérian, après avoir connu un effondrement spectaculaire de sa production scientifique au cours des quinze dernières années, a pris quelques mesures importantes, dont la création d'un groupe international de conseillers scientifiques et le versement de 5 millions de dollars des États-Unis d'Amérique au fonds de dotation de l'Académie africaine des sciences. Ces mesures pourraient avoir des effets positifs tant pour le Nigéria que pour le continent africain dans son ensemble.

Le présent chapitre du *Rapport de l'UNESCO sur la science*, qui examine l'état de la S & T sur le continent africain (comprenant l'Afrique du Nord, la République d'Afrique du Sud et le reste de l'Afrique ou « Afrique médiane »), est divisé en trois parties principales. La première partie présente une brève analyse historique du développement de la S & T en Afrique, un panorama bibliométrique de la science en Afrique au cours des années 90 et un inventaire succinct des capacités de S & T. La deuxième partie analyse dans quelle mesure la mondialisation a fondamentalement modifié ce que signifie être un scientifique en Afrique et transformé la nature même de la production scientifique. La dernière partie examine les perspectives et les stratégies de renforcement des capacités scientifiques et technologiques en Afrique.

Une des principales difficultés que l'on rencontre lorsqu'on veut étudier la S & T en Afrique tient au manque de données fiables. Cette lacune a en partie été comblée par une étude récente sur la science et les scientifiques en Afrique à la fin du xx^e siècle³.

L'HÉRITAGE COLONIAL ET L'ÉMERGENCE D'UNE SCIENCE NATIONALE

La première rencontre de l'Afrique avec la S & T moderne a été due à la colonisation européenne. La plupart des activités

3. Cette étude, coordonnée par Roland Waast et Jacques Gaillard, et cofinancée par la Commission européenne (Direction générale de la recherche), l'Institut de recherche pour le développement (IRD) français et le ministère français des Affaires étrangères, comporte une étude bibliométrique complète de la science en Afrique dans les années 90, des études de cas nationales menées dans 14 pays d'Afrique (Algérie, Burkina Faso, Cameroun, Côte d'Ivoire, Égypte, Madagascar, Maroc, Mozambique, Nigéria, République d'Afrique du Sud, République-Unie de Tanzanie, Sénégal, Tunisie et Zimbabwe) ainsi que quelque 400 entretiens avec des scientifiques de ces mêmes pays.

scientifiques conduites en Afrique se limitaient à l'exploration, à l'étude, à la collecte de données et à l'application de techniques visant essentiellement à promouvoir les politiques économiques coloniales. Cependant, ces activités ont laissé à l'Afrique un héritage important en termes de :

- **connaissances** (inventaires détaillés et corpus de savoirs répertoriés);
- **modèles organisationnels** (création d'instituts de recherche spécialisés, chercheurs à plein temps employés en qualité de fonctionnaires, etc.);
- **choix stratégiques** (l'agriculture et la santé, par exemple, sont devenues des priorités de recherche).

Cet héritage s'est même renforcé après l'indépendance. Dans les années 60, il a été enrichi par la mise en place de systèmes

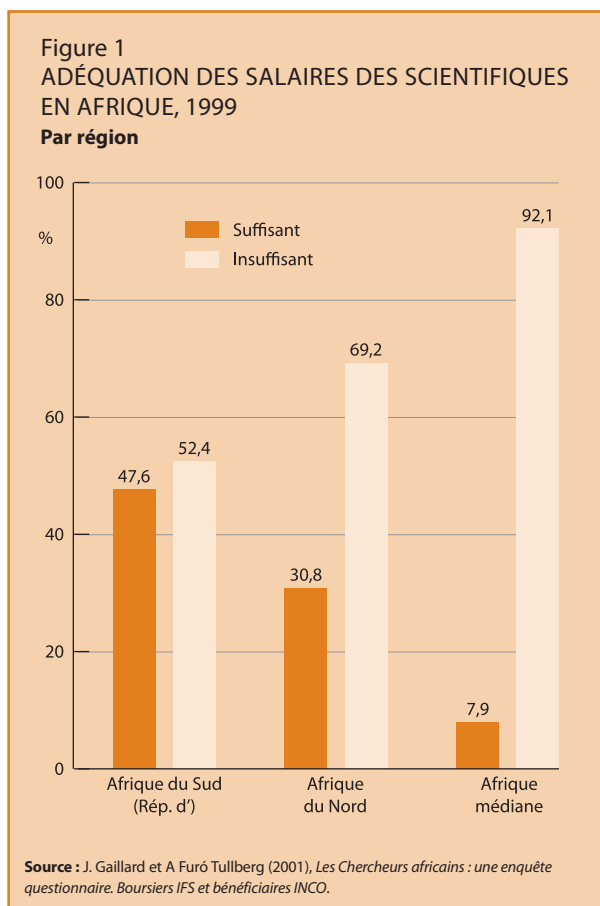
nationaux d'enseignement supérieur. Au cours des années 70, il a été soutenu par la « nationalisation » des instituts de recherche, l'« africanisation » du personnel dans les instituts de recherche comme dans les universités, le développement et la multiplication des institutions, ainsi que la création d'organes nationaux de coordination chargés de l'élaboration, de la mise en œuvre et du suivi des politiques nationales. En résumé, de 1965 à 1985, les États africains ont déployé des efforts considérables pour mettre en place des systèmes nationaux de recherche avec l'aide de programmes de coopération bilatéraux et multilatéraux.

Ces tendances, très largement répandues, ont favorisé un mode de développement scientifique dans lequel l'État jouait un rôle central et qui a lui-même impulsé un nouveau

Des médicaments dérivés de plantes médicinales à Madagascar

Depuis plus de quarante ans, l'Institut malgache de recherche appliquée, qui compte 30 employés, cherche à extraire des plantes indigènes des agents pour produire des produits pharmaceutiques efficaces. Le Madecassol®, par exemple, obtenu à partir des agents actifs extraits de la plante malgache *Centella asiatica*, est utilisé pour traiter les brûlures graves, les plaies lépreuses et les ulcères enflammés depuis plus d'un quart de siècle. Les redevances perçues par l'Institut du fait du rôle essentiel qu'ont joué ses chercheurs dans la mise au point du Madecassol® lui ont rapporté des milliers de dollars de recettes annuelles. Cependant, ses activités ne se limitent pas aux recherches sur la biodiversité de la région à des fins de mise au point de produits pharmaceutiques. Il vend aussi les médicaments qu'il aide à créer à des prix subventionnés aux populations locales, leur permettant ainsi de bénéficier des mêmes prestations de santé que les personnes vivant en dehors de Madagascar; il gère un dispensaire qui offre des soins de santé peu coûteux aux habitants des alentours; il supervise un jardin botanique

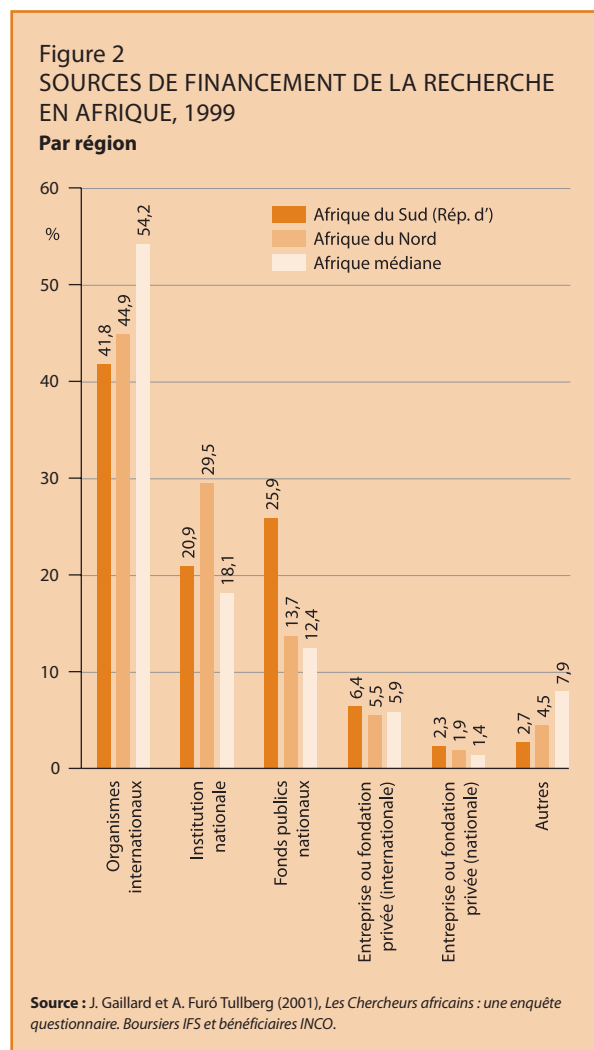
pour aider à préserver la richesse de la biodiversité de la région; il gère une petite unité de production qui fabrique différents médicaments destinés à la distribution locale, notamment contre le paludisme, l'hépatite et l'asthme; il offre enfin des emplois – manuels et techniques – aux résidents locaux dans une région où il est souvent difficile de trouver un travail stable. L'Institut malgache de recherche appliquée a été fondé par Albert Rakoto-Ratsimamagna, qui en a supervisé les activités jusqu'à sa mort, en 2001. Son épouse, Suzanne Urverg-Ratsimamagna (elle-même scientifique de renommée internationale), dirige maintenant l'Institut. Elle s'attache à accroître la portée et la visibilité des travaux du couple. À long terme, l'avenir de l'Institut dépendra de sa capacité à faire de cette entreprise familiale une institution de recherche qui continuera à fonctionner longtemps après la disparition de ses fondateurs. C'est là un défi auquel sont aussi confrontées beaucoup des institutions scientifiques les plus performantes d'Afrique subsaharienne.



processus de production scientifique, à savoir la « science nationale », qui se caractérise par les principes suivants :

- la science est un bien public ;
- la principale source de financement est l'État ;
- les chercheurs (et leurs communautés scientifiques) défendent des valeurs nationalistes ;
- les chercheurs scientifiques sont employés en qualité de fonctionnaires ;
- outre leurs pairs, les destinataires de leurs recherches sont avant tout les pouvoirs publics.

L'ère de la science nationale en Afrique a débouché sur quelques véritables succès. Dans les années 80, les publications scientifiques africaines ont acquis une visibilité sur la scène internationale, d'éminentes personnalités scientifiques ont émergé, les centres d'excellence ont conquis une réputation internationale et un certain nombre d'innovations reconnues



ont été produites par la recherche scientifique endogène (voir par exemple l'encadré p. 191).

Un continent hétérogène : l'Afrique du Nord, l'Afrique du Sud et l'Afrique médiane

De l'extérieur du continent, on a parfois tendance à considérer la S & T en Afrique comme une seule et même entité. Bien qu'il y ait une part de vérité dans cette perception, il est important de noter qu'il y a de réelles différences entre l'Afrique du Nord, l'Afrique du Sud et l'Afrique médiane dans des domaines aussi essentiels que les infrastructures scientifiques, les budgets, la formation et la production de publications. Il faut en outre

garder à l'esprit que, même si l'on divise, sur le plan scientifique, l'Afrique en trois régions géographiques, il est impossible de rendre compte de la diversité des expériences que l'on peut constater en examinant la situation de près. L'Afrique médiane, par exemple, qui est aujourd'hui la région la plus troublée du continent, est elle-même loin d'être homogène.

Une enquête récemment effectuée dans toute l'Afrique par voie de questionnaire (Gaillard et Furó Tullberg, 2001)⁴ illustre ces disparités dans plusieurs domaines clés, dont trois seront brièvement examinés ci-après : les salaires, l'autosuffisance pour l'ensemble des cycles de l'enseignement supérieur et le niveau et la structure du financement de la recherche.

Si les scientifiques africains reconnaissent qu'ils jouissent d'un niveau élevé de sécurité de l'emploi, ils expriment une forte insatisfaction – voire de la frustration – concernant leurs salaires et avantages sociaux. Cependant, les scientifiques de la République d'Afrique du Sud sont beaucoup moins insatisfaits de leurs salaires (52,4 %) que leurs collègues d'Afrique du Nord (69,2 %). Comme on pouvait s'y attendre, ce sont les scientifiques d'Afrique médiane qui sont les plus mécontents de leurs rémunérations. Un total impressionnant de 92 % des scientifiques de cette région ayant répondu au questionnaire ont dit ne pas être satisfaits de leur rémunération (figure 1).

Le nombre d'étudiants faisant des études supérieures dans les universités africaines a considérablement augmenté au cours des trente dernières années. Néanmoins, plus le diplôme recherché et finalement obtenu est élevé, plus il y a de chances que l'étudiant poursuive ses études à l'étranger – en Europe (principalement en France et au Royaume-Uni) et, dans une moindre mesure, au Canada ou aux États-Unis d'Amérique. Alors que le système universitaire de la République d'Afrique du Sud lui permet désormais d'être quasi autosuffisante pour ce qui est de la délivrance de diplômes de tous niveaux, les systèmes universitaires de l'Afrique du Nord et surtout de l'Afrique médiane continuent à dépendre des établissements d'enseignement supérieur étrangers, et ce en dépit de statistiques récentes qui indiquent une augmentation

du nombre de maîtrises et de doctorats délivrés dans les pays africains.

La structure du financement de la recherche varie elle aussi d'une région à l'autre (figure 2). Bien que les organismes internationaux ou les nations étrangères restent les principales sources de financement de la science dans toute l'Afrique, la communauté scientifique de l'Afrique médiane dépend davantage des donateurs extérieurs que la République d'Afrique du Sud et l'Afrique du Nord. De même, dans le cas de la République d'Afrique du Sud et de l'Afrique du Nord, le pourcentage du financement venant des institutions nationales est plus élevé qu'en Afrique médiane.

D'autres caractéristiques comme l'importance relative et les tendances de la production scientifique, examinées plus loin, révèlent aussi des disparités de développement selon les régions. Ce que montrent ces chiffres, c'est qu'il n'y a pas une, mais plusieurs Afriques et que les pays les plus faibles sur le plan scientifique sont situés en Afrique médiane. On estime qu'il y a environ 10 000 chercheurs actifs à temps plein en Égypte et à peu près autant dans les pays du Maghreb (Algérie, Maroc et Tunisie). La République d'Afrique du Sud compte pour sa part environ 13 000 chercheurs à temps plein, soit à peu près autant que dans toute l'Afrique médiane (tableau 1).

UN PANORAMA BIBLIOMÉTRIQUE DES ANNÉES 90⁵

Que peut-on dire de la productivité scientifique en Afrique aujourd'hui ? On a tenté de répondre à cette question en analysant le nombre de publications scientifiques en Afrique enregistrées dans la base de données PASCAL de 1991 à 1997⁶.

Cette base de données montre qu'en 1991 la production scientifique africaine en termes de publications représentait à peine 4 % de celle des scientifiques européens. En 1997, ce pourcentage était tombé à 3 %. À la fin de la période couverte par la base de données PASCAL, la République d'Afrique du Sud (premier producteur de publications scientifiques

4. 702 scientifiques africains ont répondu au questionnaire.

5. Cette partie s'appuie sur Arvanitis *et al.* (2000).

6. Malgré ses limites, examinées dans d'autres ouvrages (Arvanitis et Gaillard, 1992), nous considérons la base de données PASCAL comme une ressource assez fiable pour déterminer l'importance relative des principaux producteurs de science et mettre en évidence des évolutions.

Tableau 1
RÉSULTATS DE L'ENQUÊTE DE L'IRD SUR LES CHERCHEURS EN AFRIQUE, 1999
Pays (sélection)

	Personnel de l'enseignement supérieur	Chercheurs à temps plein employés par le secteur public	Chercheurs à temps plein employés par le secteur privé	Chercheurs FTE ¹	Chercheurs par million d'habitants
Algérie	16 000	1 200	700	3 000	100
Burkina Faso	700	200	0 ²	350	30
Cameroun	1 800	300	0	800	60
Côte d'Ivoire	1 200	500	0	600	55
Égypte	40 000	1 500	0	10 000	230
Kenya	1 800	600	0	1 000	35
Madagascar	900	260	0	300	35
Maroc	10 000	700	500	3 200	120
Mozambique	600	0	0	0	0
Nigéria	14 000	1 300	0	3 000	40
Sénégal	1 000	435	0	600	80
République d'Afrique du Sud	17 000	8 500	5 000	13 000	350
République-Unie de Tanzanie	1 400	0	0	600	70
Tunisie	9 000	800	400	3 000	350
Zimbabwe	1 100 ³	300	0	600	30

1 Équivalent plein temps. 2 0 = négligeable. 3 Inclut le privé.

Source : R. Waast et J. Gaillard (coord.) *La Science en Afrique à l'aube du XXI^e siècle*, Paris, Institut de recherche pour le développement (IRD).

en Afrique) avait une production comparable à celle de la Grèce, et l'Égypte (deuxième producteur du continent), une production comparable à celle du Portugal.

Il ne faut cependant pas accorder une importance excessive à ces comparaisons : les priorités de l'Afrique en matière de recherche sont souvent très différentes de celles des autres continents. En outre, les chercheurs européens, en particulier ceux des plus petits pays, bénéficient de l'augmentation des crédits alloués à la science dans l'Union européenne dans son ensemble. Cette tendance, qui reflète un contraste saisissant avec la situation des chercheurs en Afrique, a généré une croissance spectaculaire de la production scientifique dans les pays européens qui étaient en retard sur leurs voisins. Malgré tout, il est important de noter que les chiffres de la base PASCAL concernant la production de publications scientifiques en Afrique sont faibles (tableau 3).

La République d'Afrique du Sud représentant à elle seule à peu près un tiers de la production de publications scientifiques du continent, une analyse statistique de la production des

pays africains plus petits pourrait être trompeuse et/ou subir d'importantes fluctuations d'une année sur l'autre. Un ou deux articles pourraient en effet faire une grande différence. Les dernières tendances (1991-1997) montrent que la part des pays d'Afrique du Nord dans la publication d'articles scientifiques (37 %) est maintenant plus élevée que celle de la République d'Afrique du Sud.

Hiérarchie des pays

Les capacités scientifiques sont inégalement réparties en Afrique, et pas toujours proportionnelles à la richesse et/ou à la population d'une région ou d'un pays. En utilisant les chiffres des publications enregistrées au cours de la période 1991-1997 comme base d'analyse (à l'exclusion des sciences sociales et humaines qui ne sont pas prises en compte dans la base PASCAL), on peut distinguer 5 groupes principaux :

■ **Groupe 1.** Deux pays, la République d'Afrique du Sud et l'Égypte, représentent à eux seuls la moitié de la production du continent (49 %). Dans ces deux pays de « science

complète », toutes les disciplines (soit 71 domaines dans notre ventilation) sont couvertes.

- **Groupe 2.** Quatre pays représentent un quart (26 %) de la production africaine de publications : le Kenya, le Maroc, le Nigéria et la Tunisie. Ces pays, où il y avait des communautés scientifiques bien établies dans plusieurs domaines au début de la période considérée (1991), figurent pourtant parmi ceux qui ont connu les fortunes les plus diverses entre 1991 et 1997.

Les 43 pays restants se partagent 25 % de la production répertoriée. Ils peuvent être répartis comme suit :

- **Groupe 3.** Sept pays – Algérie, Côte d'Ivoire, Cameroun, Éthiopie, Sénégal, République-Unie de Tanzanie et Zimbabwe – produisent régulièrement de 70 à 200 articles par an. Cette production est alimentée par des groupes ou réseaux de scientifiques spécialisés dans quelques disciplines ou par des groupes de scientifiques de quelques instituts de pointe. Ces personnes et ces institutions constituent de petites enclaves de recherche dont les réalisations sont toutefois modestes (entre le 7^e et le 13^e rang du classement).

- **Groupe 4.** Quatorze autres pays publient de 20 à 70 articles en moyenne par an : Bénin, Burkina Faso, Congo, Gabon, Gambie, Ghana, Madagascar, Malawi, Mali, Niger, Ouganda, Soudan, Togo et Zambie. La production dans ces pays repose souvent sur un petit nombre d'éminents scientifiques. En conséquence, leur infrastructure scientifique demeure très fragile, extrêmement sensible aux aléas politiques et tributaire des sources de financement extérieures.
- **Groupe 5.** Les pays africains restants sont le plus souvent, sur le plan scientifique, de petits pays dont les performances en termes de production scientifique sont irrégulières et étroitement liées à quelques auteurs nationaux ou à des scientifiques étrangers invités. Dans ce groupe figurent des pays qui ont récemment connu de profonds changements politiques, une mise à l'écart de la communauté internationale, une guerre civile ou une destruction massive des infrastructures.

Tendances par pays (1991-1997)

Si les différentes bases de données offrent des points de vue différents concernant les tendances de la production de publications scientifiques dans les pays africains au cours des dix dernières années, elles s'accordent au moins sur un point : en cinq ans (1991-1996), par comparaison avec l'Europe ou le reste du monde, l'Afrique a perdu de 20 à 25 % de sa capacité relative de contribution à la science mondiale. De plus – et c'est le point essentiel –, les voies empruntées par différents pays ont très fortement divergé. Alors qu'au cours des années 70 et 80 les puissances scientifiques africaines de taille moyenne (les groupes 2 et 3 définis ci-dessus) avaient régulièrement progressé et consolidé leur position, les années 90 ont amené de brusques retournements de situation qui ont complètement bouleversé les classements antérieurs. Les principaux changements peuvent se résumer comme suit :

- Les deux géants scientifiques du continent – l'Égypte et la République d'Afrique du Sud – ont eu du mal à maintenir leurs performances antérieures. Les données de la base PASCAL et de l'Institut d'information scientifique semblent indiquer une stagnation de la contribution relative de ces deux pays.
- La production scientifique a progressé dans les pays du Maghreb. En cinq ans, le Maroc a vu sa production doubler,

Tableau 2
ARTICLES SCIENTIFIQUES PUBLIÉS EN AFRIQUE, 1998

Pays (sélection)

	Nombre d'articles scientifiques	Articles par million d'habitants	Articles par milliard de dollars de PNB
Algérie	241	8	5,5
Burkina Faso	72	7	26,0
Cameroun	167	12	18,0
Côte d'Ivoire	87	6	8,0
Égypte	1 313	120	17,0
Kenya	506	17	53,0
Madagascar	50	3	13,5
Maroc	510	20	14,5
Nigéria	450	4	14,5
Sénégal	106	12	21,0
République d'Afrique du Sud	2 738	72	21,0
République-Unie de Tanzanie	196	6	30,0
Tunisie	491	55	26,0
Zimbabwe	176	16	21,0

Source : Science Citation Index (Afrique du Nord, Afrique australe et Afrique de l'Est) ; base de données PASCAL (Afrique de l'Ouest).

Tableau 3
 PRODUCTION SCIENTIFIQUE EN AFRIQUE, 1991-1997
 Par principale région linguistique et géographique

	Publications scientifiques	Articles seulement	% de toutes les publications scientifiques	% de tous les articles
Afrique anglophone (sauf Afrique du Sud)	10 639	9 155	21	22
Afrique francophone (sauf Maghreb)	5 938	4 958	12	12
Afrique du Nord	18 906	15 542	37	37
République d'Afrique du Sud	13 997	11 813	28	28
Afrique médiane	881	759	2	1
Total	50 361	42 227	100	100

Source : publications indexées dans la base de données PASCAL (1991-1997).

pour devenir le troisième producteur du continent africain. La Tunisie a également connu une forte croissance de sa production. Même l'Algérie a réussi à améliorer ses performances malgré les troubles causés par la guerre civile et la persécution de ses intellectuels. L'Afrique du Nord (Égypte comprise) représente aujourd'hui plus du tiers des publications scientifiques africaines (rattrapant et dépassant même la production de l'Afrique du Sud).

- Le Nigéria a enregistré un recul spectaculaire dans le classement. En cinq ans, la communauté scientifique du Nigéria a vu sa production de publications baisser de 50 %. En l'absence de perspectives de carrière et face à la dégradation des établissements, paralysés par de fortes réductions des budgets et souffrant de l'instabilité de leurs effectifs, un grand nombre de chercheurs ont quitté le Nigéria ou changé de profession. De nombreux autres, tout en restant chercheurs, se consacrent parallèlement à d'autres activités.

Dans les groupes 3 et 4 – les pays où la science repose de manière précaire sur quelques équipes de spécialistes –, les changements ont le plus souvent été soudains et imprévisibles. Voici quelques-unes des évolutions notables concernant le classement des pays appartenant à ces deux groupes :

- Parmi les pays dont la production scientifique est en hausse, le Cameroun est maintenant le chef de file du groupe 3. Classé au 16^e rang en 1981, il a accédé au 10^e rang en 1987 et atteint la 8^e place en 1996. Aucun des indicateurs primaires de l'état de la science au Cameroun (les budgets et les

salaires sont restés au même niveau et certaines institutions scientifiques ont en fait dû fermer) ne permet d'expliquer cette tendance encourageante. De même, la production de publications scientifiques de la République-Unie de Tanzanie et du Sénégal continue d'augmenter en dépit de sévères réductions des budgets de fonctionnement et de mauvaises conditions de travail (Gaillard et Waast, 2000).

- Les changements les plus marqués concernent les plus petits pays du continent. Le Ghana a regagné du terrain. Au Malawi et en Ouganda, l'aide et la coopération des États-Unis d'Amérique et, dans une moindre mesure, du Royaume-Uni, ont favorisé une reprise. Le flux et le reflux des programmes d'aide et de coopération peuvent expliquer les progrès du Burkina Faso qui, bien qu'irréguliers, en font l'un des cas les plus spectaculaires. Sa production scientifique a gagné 20 places en dix ans, dont 16 au cours des six dernières années. Ces résultats sont dus en grande partie au soutien approprié des pouvoirs publics ainsi qu'à la grande compétence des autorités chargées de la science.
- En revanche, le Gabon, le Mozambique et le Niger, qui bénéficiaient il n'y a pas si longtemps de vigoureux programmes de soutien extérieur, ont récemment commencé à retomber dans un marasme profond. Le Congo qui, dans les années 80, affichait des performances très prometteuses a régressé depuis 1994. La République démocratique du Congo (l'ex-Zaïre), quant à elle, s'enfoncé encore davantage dans les ténèbres scientifiques, alors qu'il y a trente ans les

prouesses de ses universités n'auraient jamais laissé augurer un destin aussi sombre. Il est à peine besoin d'indiquer combien la production scientifique est insignifiante dans les pays ravagés par la guerre civile ou confrontés à la famine, à l'exode des populations ou à l'obscurantisme, comme l'Angola, le Burundi, le Libéria, le Rwanda ou la Somalie. Le Soudan, qui était à une époque en bonne place, traverse quant à lui une phase de déclin continue.

D'une manière générale, les performances scientifiques des autres pays sont irrégulières, soumises aux caprices des dirigeants et aux aléas de la coopération internationale. Il ne serait donc pas raisonnable de s'attarder sur leurs parcours en dents de scie. Il faut cependant faire une exception pour certains petits pays dont les compétences scientifiques souvent limitées sont habilement exploitées ou servent de base à la recherche multinationale. L'Institut médical de Banjul, en Gambie, et l'Institut de géophysique de Djibouti en sont deux brillants exemples dans un paysage scientifique par ailleurs bien morne.

LA MONDIALISATION : TENSIONS ET RESTRUCTURATION

Nulle part ailleurs qu'en Afrique la mondialisation n'a autant modifié la manière dont la science est structurée. Ce n'est pas un mince paradoxe, car c'est surtout dans les pays développés ou dans les secteurs des technologies de pointe qu'on peut s'attendre à ce genre de transformation. C'est après 1980 que les signes d'un profond changement ont commencé à se manifester. Celui-ci ne s'est toutefois pas limité à l'Afrique. Le principe de liberté des marchés voulait que les gouvernements du monde entier réduisent leurs interventions. Il fallait désormais attendre les progrès non plus des découvertes de la science, mais de l'innovation impulsée par les entreprises privées.

En Afrique médiane, cette désaffection pour la science (et du reste pour l'éducation) est intervenue sur fond de crise économique grave et durable. La recherche et l'enseignement supérieur, malgré l'augmentation du nombre d'étudiants (jusqu'à 15 % par an avant 1990 ou 1995), ont cessé d'être prioritaires. Bâtiments, installations et conditions de travail se sont détériorés de plus en plus rapidement. Bientôt, les fonds

publics n'ont plus servi qu'à payer les salaires dévalorisés du personnel de S & T.

Dans le même temps, les professions intellectuelles et les fonctionnaires, souvent considérés comme des parasites, ont vu leurs rémunérations diminuer. Non seulement les mesures économiques d'urgence ont imposé des baisses de salaire (comme au Cameroun en 1993), mais les dévaluations et une inflation galopante (Madagascar : 20 % par an entre 1985 et 1996; Nigéria : 34 % par an) ont considérablement réduit le pouvoir d'achat des chercheurs. Pour éviter l'humiliation et un vertigineux déclassé social, de nombreux universitaires éminents se sont expatriés. Ils ont intégré le marché international du travail scientifique, d'abord dans les pays industrialisés du Nord, puis, les opportunités s'y faisant plus rares, dans d'autres pays d'Afrique où les rémunérations étaient plus élevées (particulièrement en Afrique australe et en Afrique francophone). Il y a aussi de nombreux cas de changement de profession sans émigration. Les banques et les entreprises industrielles ont attiré beaucoup de chercheurs entre 1975 et 1985, de même que les organisations internationales et les fonctions politiques un peu plus tard. De nombreux enseignants exercent de manière informelle une seconde activité, ce qui les empêche de consacrer beaucoup de temps à la recherche scientifique. Selon une récente étude réalisée au Nigéria, 40 % travaillent dans l'agriculture et 20 % dans le commerce (Lebeau *et al.*, 2000). En dix ans, ce processus de déprofessionnalisation a considérablement réduit le vivier de chercheurs en activité. Ces emplois parallèles sont nécessaires pour vivre décemment. Pour certains, la pratique de la recherche peut devenir un moyen acceptable de gagner sa vie, à condition qu'elle s'exerce sur le mode de la consultance.

De nombreux clients étrangers – entreprises, fondations et organisations internationales – s'intéressant à la santé publique, à la mise en valeur des ressources, à la conservation de la nature, aux tendances démographiques et à la bonne gouvernance, ainsi qu'une grande diversité d'organismes locaux de moindre importance s'occupant de questions telles que le rôle des femmes dans le développement et la lutte contre la pauvreté, ont souvent des postes à proposer à des personnes ayant une formation scientifique, mais peu

Les institutions scientifiques en Afrique

AFRIQUE DU NORD

L'Égypte a mis en place un solide dispositif de recherche. Le pays compte à ce jour 18 universités (dont 6 privées), avec un effectif total de 1 200 000 étudiants, dont 250 000 en sciences, 1 centre national et 35 instituts employant des chercheurs à temps plein et rattachés à différents ministères (Recherche, Agriculture, Santé, Industrie minière), et quelques unités de recherche relevant du secteur industriel. Les pays du Maghreb, dont les systèmes nationaux de recherche ont été mis en place plus tardivement qu'en Égypte (à partir des années 70), bénéficient à présent du plus fort taux de croissance de la production scientifique sur le continent (10 % par an depuis 1980). Quelques points forts peuvent être signalés. L'Égypte reste le deuxième producteur scientifique en Afrique, avec un potentiel important dans les domaines de la chimie et de l'ingénierie. De leur côté, les pays du Maghreb ont acquis de bonnes capacités en médecine, en agriculture, en physique, en chimie ainsi qu'en ingénierie.

AFRIQUE MÉDIANE

Les établissements scientifiques et universitaires de l'Afrique médiane ont été créés beaucoup plus récemment que ceux des deux autres sous-régions. La toute première université a été celle d'Ibadan, au Nigéria, qui a délivré ses premiers grades scientifiques en 1950. Après l'indépendance, dans les années 70 et 80, le nombre des institutions scientifiques, des enseignants et des chercheurs a augmenté très rapidement.

Selon notre enquête (Waast et Gaillard, 2000), au début de l'année 2000, sur un total estimé de 13 000 chercheurs (équivalent plein temps) en Afrique médiane, le Nigéria en comptait 5 000, le Kenya 1 000 et le Cameroun, la Côte d'Ivoire et la République-Unie de Tanzanie 800 chacun. Les dix pays les mieux classés représentent quelque 90 % des ressources de S & T. Les efforts portent essentiellement sur la médecine et l'agronomie, qui distancent nettement l'ingénierie, les sciences sociales et les sciences fondamentales.

RÉPUBLIQUE D'AFRIQUE DU SUD

La République d'Afrique du Sud dispose d'un solide système de recherche associant 36 universités et *technikons* (écoles d'ingénieurs), ainsi que 7 conseils (agences spécialisées employant des chercheurs à plein temps dans les domaines de l'agriculture, de la médecine, de l'industrie, de l'extraction minière, etc.). Le secteur privé possède ses propres unités de recherche (pour la R & D) et représente la moitié des dépenses nationales de recherche. Le système a une grande expérience des programmes de coopération entre secteur public et secteur privé, et ses capacités s'étendent de l'aéronautique au nucléaire, de la chimie à la métallurgie, de l'agroalimentaire aux spécialités médicales de pointe. Même s'il ne s'est pas encore complètement remis du déclin causé par le boycott scientifique international (dans les dernières années de *apartheid*), le pays produit à lui seul près du tiers des publications scientifiques du continent et reste le premier d'Afrique dans de nombreuses disciplines.

se soucient de la science en soi; ils sont intéressés par les applications de la science qui ont un impact direct sur la société. Si ces débouchés offrent d'attrayantes perspectives de carrière aux chercheurs africains, qui n'ont guère le choix, ils sont souvent préjudiciables aux universités et aux centres

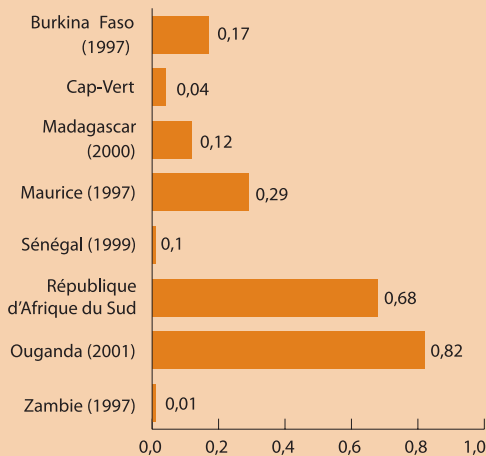
de recherche du continent, qui manquent cruellement de personnel qualifié.

En résumé, la transformation de la nature du travail scientifique en Afrique a généré une crise professionnelle et institutionnelle caractérisée par les points suivants :

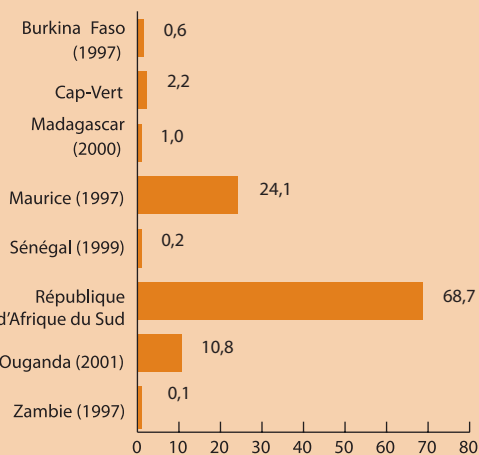
Figure 3
DIRD EN AFRIQUE, 2002 (OU ANNÉE LA PLUS PROCHE)

Pays (sélection)

DIRD en pourcentage du PIB



DIRD par habitant en dollars PPA



Source : Institut de statistique de l'UNESCO.

- Les politiques sont de plus en plus soumises au principe du laisser-faire (Waast, 2001).
- Privés de moyens budgétaires et de pouvoir, les organes nationaux de coordination ont perdu influence et efficacité.

- Beaucoup d'institutions scientifiques ont sombré. Les instituts de recherche agronomique, par exemple, qui s'étaient habitués à bénéficier d'un financement fiable et régulier, ont eu du mal à s'adapter à un environnement où la concurrence pour obtenir des fonds les contraint à aligner leurs priorités sur les attentes et les objectifs des donateurs. De leur côté, les universités n'ont pas réussi à relever les défis posés par la forte augmentation du nombre des étudiants et à réagir efficacement aux politiques qui ont dégradé – et parfois réduit à néant – les responsabilités de l'enseignement supérieur en matière de recherche.
- Il s'est produit une érosion des fonctions académiques de contrôle et d'orientation. Les communautés scientifiques nationales étant trop appauvries ou trop restreintes pour fonctionner efficacement, la science, en tant que profession, est devenue une activité de plus en plus individualisée.

Toutes ces tendances donnent à penser que, si la recherche scientifique n'a pas disparu du continent africain, son mode de production a radicalement changé dans de nombreux pays. Beaucoup plus proche du développement que de la recherche proprement dite, elle est moins tournée vers l'éducation et ne se prête guère à des publications. Les principes qui la régissent aujourd'hui peuvent se résumer comme suit :

- la profession est pratiquée dans un système qui dépend des commandes de travaux de recherche et un système de contrats de durée déterminée (et non dans une perspective de carrière);
- l'activité s'exerce dans un réseau mondial;
- c'est la demande internationale – et non la demande nationale – qui détermine les programmes et les objectifs;
- c'est la recherche du profit – et non celle du savoir – qui guide l'action;
- la régulation du système est assurée non plus par l'évaluation des pairs, mais par le marché.

Cette révolution culturelle génère des tensions. Un clivage s'est créé entre les chercheurs attachés à leurs anciennes valeurs nationales et les chercheurs ouverts au marché. Un certain nombre de chercheurs africains sont employés quasiment à temps plein à titre de consultants. Certains disposent de laboratoires de recherche presque conçus spécialement pour eux,

construits et équipés hors du campus universitaire grâce à des fonds étrangers. D'autres ont créé simultanément une organisation non gouvernementale (ONG) pour la recherche et une autre pour l'action. La plupart des chercheurs sont employés de temps à autre par des organismes de développement et de petites ONG. Quelques établissements ont su s'adapter, leur

label de qualité leur permettant d'attirer des commandes et d'assurer à leurs chercheurs un travail continu et une part des bénéfices.

Toutefois, l'anarchie du marché libre ne satisfait personne. Un des problèmes est qu'il ruine les institutions et exploite les talents disponibles sans en assurer la relève. Certains

Tableau 4
INDICATEURS CLÉS DE L'ÉDUCATION EN AFRIQUE, 1990 ET 2000
Pays (sélection), par ordre décroissant de l'indicateur du développement humain

	Dépenses publiques d'éducation en % du PIB 1990	Dépenses publiques d'éducation en % du PIB 2000	Dépenses publiques consacrées à l'enseignement supérieur en % de l'ensemble des niveaux	Dépenses publiques consacrées à l'enseignement supérieur en % de l'ensemble des niveaux 2000*	Étudiants inscrits en sciences, mathématiques et ingénierie en % de l'ensemble des étudiants 1998-2003
République d'Afrique du Sud	6,2	5,7	21,5	14,5	17
Gabon	-	3,9	-	25,5	-
Namibie	7,6	7,9	-	12,0	9
Botswana	6,7	2,1	-	18,6	19
Ghana	3,2	4,1	11,0	-	26
Cameroun	3,2	5,4	29,5	-	-
Togo	5,5	4,8	29,0	17,4	8
Congo	5,0	3,2	-	32,6	11
Lesotho	6,1	10,0	-	16,7	6
Ouganda	1,5	2,5	-	-	8
Zimbabwe	-	10,4	12,3	-	-
Kenya	6,7	6,2	21,6	-	29
Madagascar	2,1	2,5	-	11,9	20
Nigéria	0,9	-	-	-	-
Gambie	3,8	2,7	17,8	-	-
Sénégal	3,9	3,2	24,0	-	-
Rwanda	-	2,8	16,7	34,7	-
Guinée	-	1,9	-	-	-
Bénin	-	3,3	-	16,4	25
République-Unie de Tanzanie	3,2	-	-	-	22
Côte d'Ivoire	-	4,6	-	25,1	-
Zambie	2,4	1,9	-	-	30
Malawi	3,3	4,1	20,2	-	33
Angola	3,9	2,8	3,7	-	18
Tchad	-	2,0	-	16,6	-
Éthiopie	3,4	4,8	12,1	-	19
Mozambique	3,9	2,4	9,9	-	-
Burundi	3,4	3,6	22,0	26,9	10
Mali	-	2,8	-	14,6	-
Burkina Faso	2,7	-	-	-	-
Niger	3,2	2,3	-	16,2	-

* Pour certains pays, les chiffres peuvent dater de 1999 ou de 2001.

Source : données fournies par l'Institut de statistique de l'UNESCO en octobre 2005 et utilisées dans le *Rapport mondial sur le développement humain* (PNUD, 2004).

baillleurs de fonds que cela préoccupe proposent de financer de nouveaux programmes de renforcement des capacités ou de reconstruction institutionnelle. Les chercheurs engagés ressentent un besoin de sécurité. Pour leur part, les gouvernements, malgré la modestie de leurs contributions, se plaignent d'être court-circuités par les bailleurs de fonds, qui négocient directement avec les laboratoires et les chercheurs de leur choix. Fournisseurs et clients demandent donc la mise en place de nouveaux cadres réglementaires, et une certaine restructuration est en cours. Les nouvelles institutions qui voient le jour sont plus locales, ou régionales, que nationales.

La République d'Afrique du Sud semble être aux antipodes de l'Afrique médiane. Malgré la crise économique, le pays reste profondément attaché à la science et à l'éducation. Les salaires restent attractifs. Les équipements et la maintenance sont généralement excellents. Cependant, le régime post-*apartheid* a mené une énergique réforme institutionnelle pour recentrer la recherche sur les besoins humains essentiels et promouvoir la compétitivité du secteur industriel. Un Conseil de l'innovation, comprenant des représentants de grandes firmes, a, par exemple, été mis en place. Le relatif déclin du financement de la recherche (tombé de 1,04 % du PNB en 1987 à 0,68 % en 1995) a été enrayé. En 2002, les dépenses réelles représentaient 0,68 % du PIB (figure 3). Parallèlement, le système national de financement des activités de S & T a été radicalement réformé, évoluant vers un système compétitif étroitement aligné sur les objectifs stratégiques. Plusieurs fonds d'incitation ont été mis en place et leur volume a triplé en cinq ans. Ils représentent désormais le quart du total des dépenses publiques de recherche.

Dans le même esprit, il est demandé aux conseils (agences spécialisées employant des chercheurs à temps plein dans les domaines de l'agriculture, de la médecine, de l'industrie et de l'extraction minière, etc.) de recourir davantage à l'autofinancement. En conséquence, ils s'orientent de plus en plus vers la fourniture de produits et de services (y compris les nouveaux services destinés aux populations les plus démunies). Une division du travail se dessine entre, d'une part, les conseils et le secteur privé (davantage tournés vers la R & D) et, d'autre part, les universités (actives dans la

recherche fondamentale mais de plus en plus impliquées dans les domaines stratégiques liés au secteur productif). En 1999, 3 000 universitaires de premier plan considéraient qu'un quart de leurs travaux relevait de la recherche fondamentale, et trois quarts de la recherche stratégique et/ou appliquée. Leurs travaux étaient financés à hauteur de 40 % par les fonds d'incitation, de 22 % par les contrats passés avec le secteur industriel et les pouvoirs publics, de 25 % par les programmes de coopération et de 12 % par les fonds propres de leur université (qui tiennent compte du nombre d'articles publiés par leur personnel dans des revues réputées). L'impulsion en faveur de l'innovation semble être désormais la préoccupation majeure (Mouton *et al.*, 2000).

Cela dit, d'autres difficultés demeurent. La proportion d'« Africains » âgés de 20 à 24 ans inscrits à l'université devrait doubler dans les années à venir, ce qui nécessiterait la création de 300 000 places supplémentaires pour accueillir l'équivalent de l'ensemble de la population étudiante du Nigéria. En outre, certains conseils ont eu du mal à s'ouvrir à une nouvelle clientèle (agriculteurs pauvres, industrie civile) tandis que d'autres y sont parvenus en se cantonnant dans des secteurs relativement traditionnels. Du fait des salaires plus élevés qu'offre le secteur privé, les établissements publics ont de plus en plus de mal à retenir les enseignants, les chercheurs et les étudiants les plus doués dans les branches compétitives. Dans l'enseignement supérieur, les conflits se sont aggravés entre tâches d'enseignement et tâches de recherche nécessaires, entre les départements élitistes (surtout s'ils forment à des spécialités très demandées) et ceux voués à l'éducation de masse.

On voit donc se dessiner 3 groupes d'établissements :

- quelques conseils et 5 ou 6 grandes universités excellent dans la plupart des disciplines : ces établissements maintiennent une forte tradition de recherche et/ou ouvrent de nouveaux champs, souhaitent vivement nouer de nouveaux partenariats et « vendent » leurs programmes avec dynamisme;
- quelques universités et conseils aux performances moyennes qui recentrent leurs activités sur les spécialités dans lesquelles ils excellent, sans prise de risque excessive;

Tableau 5
BREVETS DÉPOSÉS ET DÉLIVRÉS DANS LES PAYS D'AFRIQUE, 1999

	Brevets déposés		Brevets délivrés	
	par des résidents	par des non-résidents	à des résidents	à des non-résidents
Algérie	34	248	0	0
Botswana	0	54	0	26
Égypte	536	1 146	38	372
Éthiopie	0	12	0	1
Gambie	0	7 903	0	26
Ghana	0	80 028	0	17
Kenya	28	80 516	3	91
Lesotho	0	80 315	0	43
Libéria	0	41 120	0	0
Madagascar	9	41 237	6	29
Malawi	1	80 430	0	84
Maroc	0	3 649	0	0
Rwanda	0	4	0	4
Sierra Leone	0	72 449	0	1
République d'Afrique du Sud	116	26 354	0	0
Soudan	2	80 424	0	0
Swaziland	0	40 673	0	57
République-Unie de Tanzanie	0	14 467	0	0
Ouganda	0	80 421	0	74
Zambie	5	87	0	66
Zimbabwe	1	80 167	0	34

Source : Organisation mondiale de la propriété intellectuelle.

du Sud, l'activité scientifique affiche une bonne santé et même une énergie débordante dans de nombreux secteurs grâce, en grande partie, à la tradition scientifique du pays, à des capacités institutionnelles fortes, à une masse critique solide de chercheurs et à de nombreux centres d'excellence. Il convient sans doute d'ajouter à cela le soutien marqué du gouvernement et l'appui de groupes socio-cognitifs (liés à l'industrie et aux syndicats) qui, s'ils ne représentent pas l'ensemble de la société, sont néanmoins puissants.

L'indépendance de l'Afrique du Nord a favorisé la constitution dans les pays de la région d'une science nationale qui a été, dans les premiers temps, fortement soutenue par les gouvernements. Cependant, au début des années 80, cet appui a commencé à faiblir dans certains pays et à s'étoffer dans d'autres, ce qui a créé des situations de plus en plus contrastées. Certains gouvernements ont misé sur les vertus de la science (la Tunisie depuis 1990, le Maroc depuis 1996), d'autres non (tels que l'Algérie ou l'Égypte). Les coopérations (notamment avec les États-Unis d'Amérique pour l'Égypte et avec la France pour le Maghreb) ont permis à la science de continuer à progresser quantitativement et qualitativement. Mais le secret de la dynamique de la science réside ailleurs. Niché entre deux branches professionnelles distinctes, l'enseignement et la haute fonction publique technique, l'exercice de la science est devenu partie intégrante de leurs modèles professionnels respectifs. L'activité scientifique s'est répartie entre champ académique et champ technologique, chacun entretenant et prônant des styles de science radicalement opposés. Le système universitaire, qui ne s'occupe en aucun cas de transfert de technologies, a subordonné la recherche à la mission d'éducation et de formation. Les enseignants doivent publier, mais seulement pour progresser dans leur carrière. Dans le camp technologique, on pratique la science *pour faire*; mais les demandes concrètes de la part des entreprises locales font défaut.

Malgré sa vigueur et ses succès, l'appareil scientifique se trouve aujourd'hui à un tournant. Sa place dans la société doit être redéfinie. La science moderne, la technologie qui en découle et le mode de vie qu'elle impose sont perçus comme « immoraux » et « étrangers » par des fractions importantes

■ des établissements, notamment les universités historiquement les moins favorisées, qui s'en tiennent aux bases, où la culture de la recherche fait défaut et où il est parfois trop tard pour la construire (Mouton *et al.*, 2000).

Les autres grandes difficultés auxquelles la République d'Afrique du Sud se heurte touchent à l'inscription de la science dans le cadre culturel et social en s'attaquant aux problèmes de l'analphabétisme et du scepticisme à l'égard de la science moderne (« est-elle "blanche" ? », « comment peut-elle intégrer les "savoirs locaux" ? »). Enfin, il faut instaurer un nouveau « contrat » entre les chercheurs et l'État en laissant une place aux initiatives de la base et en se gardant de politiser l'activité scientifique.

Malgré les changements radicaux et les incertitudes persistantes que connaît la S & T en République d'Afrique

de la société. L'islamisme a en effet donné à la question un tour très politique. La S & T est-elle opposée à la religion ? De quel type de science les populations ont-elles besoin ? Si la demande sociale reste faible, la demande commerciale peut-elle prendre le relais ? Les forces scientifiques sont très en avance sur les préoccupations de l'appareil économique (axées sur les rentes ou la main-d'œuvre bon marché). Seul l'État peut s'intéresser à des programmes plus ambitieux que de simple ingénierie. Les scientifiques hésitent entre les travaux théoriques, les entreprises risquées en recherche appliquée (dessalement de l'eau de mer, traduction automatique en arabe, biotechnologies agricoles, etc.) et les projets d'adaptation technologique plus modestes visant à séduire les entreprises existantes.

La résolution de ces contradictions dépendra en grande partie de l'évolution future des politiques publiques et des relations entre la science, les scientifiques et la société à laquelle ils appartiennent. En Égypte, les conditions de vie des chercheurs sont mauvaises, et les possibilités d'innover rares. L'exportation du « surplus » de matière grise est structurelle. En Algérie, les personnels de l'éducation ont perdu la moitié de leur pouvoir d'achat au cours des vingt dernières années. Depuis 1991, les menaces et les assassinats ont entraîné un exode massif de professeurs, de médecins et d'ingénieurs hautement qualifiés. La jeune génération qui a pris la relève, bien que dynamique, n'a bien souvent pas accès aux réseaux internationaux qui lui permettraient d'actualiser ses connaissances.

Dans d'autres pays du Maghreb, la profession a un peu moins souffert de la récession. En Tunisie, par exemple, l'État tient la science pour le symbole de sa rationalité, de sa compétence et de sa modernité. Au Maroc, le gouvernement a récemment fait l'éloge du dynamisme de ses chercheurs et s'efforce de tirer le meilleur parti de leurs travaux. Dans les deux cas, l'intérêt manifesté par les gouvernements est traduit dans les faits avec un grand volontarisme politique : création d'un secrétariat d'État ayant un réel poids politique ; loi assurant de bonnes dotations à moyen terme ; décision de structurer l'ensemble du secteur (y compris les universités) en un système reposant sur les laboratoires ; stimulation

de la demande industrielle. Ces initiatives bénéficient du soutien d'une nouvelle génération de techniciens désireux de promouvoir des outils et des domaines de recherche inédits tels que la médecine des greffes, l'informatique, les télécommunications et les biotechnologies.

Certains gouvernements de la région sont donc désormais convaincus que la mondialisation et la perspective d'une association au marché européen appellent une actualisation de leur système de production, des innovations techniques ainsi qu'un nouveau consensus au sein de la société concernant ses rapports à la science. En revanche, ces considérations sont loin d'être au cœur de l'agenda politique de certaines autres nations. Non seulement cette disparité génère des situations différentes en termes de développement économique entre les pays, mais elle entrave également la régionalisation et la constitution d'une masse critique de chercheurs dans des

Les 10 académies nationales d'Afrique

Cameroon Academy of Sciences	Cameroun
Academy of Scientific Research and Technology (ASRT)	Égypte
Ghana Academy of Arts and Sciences (GAAS)	Ghana
Kenya National Academy of Sciences (KNAS)	Kenya
Académie nationale malgache	Madagascar
Nigerian Academy of Sciences	Nigéria
Académie des sciences et techniques du Sénégal (ASTS)	Sénégal
Academy of Science of South Africa (ASSAf)	Afrique du Sud
The Uganda National Academy of Sciences (UNAS)	Ouganda
Zimbabwe Academy of Sciences	Zimbabwe

Un nouveau départ pour la science au Nigéria ?

En octobre 2004, l'UNESCO a mis en place, à la demande du gouvernement nigérian, un Comité consultatif international pour la réforme du système des sciences, de la technologie et de l'innovation au Nigéria. L'une des activités phares du programme de réforme est un examen de l'investissement, de l'industrie et de l'innovation au Nigéria mené conjointement par l'UNESCO, la CNUCED, l'ONUDI et l'OMPI. Financé à parts égales par le gouvernement nigérian et un fonds-en-dépôt japonais auprès de l'UNESCO à hauteur de 1 million de dollars, cet examen s'inscrit dans le cadre des préparatifs d'une réunion de donateurs que le Nigéria prévoit d'organiser pour collecter des fonds en vue de l'exécution d'un plan pluriannuel d'action en faveur de la science, de la technologie et de l'innovation. D'autres organismes internationaux, tels que la Commission économique pour l'Afrique, la Banque mondiale et l'Association internationale des universités, devraient s'associer à la mise en œuvre du programme de réforme.

La science peut-elle prendre un nouveau départ au Nigéria ? Depuis le retour à un régime civil en 1999, consolidé en 2003 par l'élection du second gouvernement Obasanjo, le Nigéria fait preuve d'un regain d'intérêt pour la S & T. En octobre 2003, il a lancé un microsatellite de télédétection en orbite basse de la Terre pour surveiller l'environnement et recueillir des informations utiles à la mise en place d'infrastructures. Cette prouesse lui a permis d'intégrer un réseau de surveillance des catastrophes (Disaster Monitoring Constellation) regroupant l'Algérie, la Chine, le Royaume-Uni et le Viet Nam.

Le président Obasanjo a depuis annoncé que son pays était en train de constituer, auprès de l'UNESCO, un fonds-en-dépôt spécial du Nigéria pour la science de 1 million de dollars. Ce fonds spécial « ne bénéficiera pas seulement au Nigéria ; il aidera aussi d'autres pays africains à mettre au point des propositions de projets concernant la réforme de leur système scientifique national, et le développement de capacités de gestion », a déclaré en octobre 2004 le professeur Turner T. Isoun, ministre de la Science et de la Technologie du Nigéria.

Le Nigéria dispose d'un potentiel humain important. Il compte 60 universités, 44 écoles polytechniques et 65 instituts de recherche, pour une population de 133 millions d'habitants. Mais le pays est également confronté à des problèmes profondément ancrés, tels qu'un financement insuffisant de la R & D, une mauvaise gestion, une coordination inadéquate au niveau macro-économique et l'absence de liens entre l'industrie et les instituts de recherche ou les universités.

Le besoin de réformes est évident après quarante années d'un régime militaire marquées par la corruption et une dette extérieure qui n'a cessé de croître après l'accession à l'indépendance en 1960. Par ailleurs, les bénéfices de la réforme pourraient être immenses, car le Nigéria est un pays potentiellement riche. Treizième producteur mondial de pétrole, au 6^e rang des pays de l'OPEP, le Nigéria dispose en outre de réserves de gaz qui, pleinement exploitées, lui permettraient de figurer parmi les dix premiers producteurs mondiaux. Cependant, ainsi que le soulignait le ministère britannique du Développement international (DFID) dans son projet de *Plan d'assistance pour le Nigéria* en 2004, « dans les années 1980, le pays n'a pas su mettre à profit la manne pétrolière pour améliorer les conditions de vie de la société et stimuler les secteurs de l'économie autres que le secteur pétrolier [...]. Entre 1980 et 2000, le revenu par habitant du Nigéria a chuté à environ 290 dollars, soit nettement en dessous de la moyenne de 490 dollars pour les pays subsahariens ».

La réforme arrive à point nommé. Après la lente croissance qui a suivi dans les premiers temps la fin du régime militaire, le PIB a gagné 10 % en 2003, dopé par des recettes pétrolières conséquentes et une croissance de 7 % dans l'agriculture. La dépense publique a fortement grimpé, passant de 19 % du PIB en 1997 à 50 % en 2001 (DFID). La réforme du système des sciences aura entre autres pour objectif de mettre à profit cette croissance pour diversifier l'économie du Nigéria afin de réduire la dépendance du pays à l'égard des fluctuations du cours du pétrole : les exportations pétrolières représentaient 95 % des recettes extérieures en 1998, contre 58 % en 1970 (PNUAD).

domaines stratégiques. La science continue d'être exercée dans un esprit fortement nationaliste. L'intervention de l'État reste toutefois nécessaire, tant pour stimuler la demande de recherches que pour réaffirmer la légitimité de la science au sein de la société. Pour faire un bond en avant, il faudra pourtant entreprendre des réformes délicates pour réconcilier les deux champs distincts de la recherche (académique et technologique) en évitant un dirigisme excessif qui pourrait susciter l'hostilité des professionnels. La clé de la réussite pour les gouvernements prêts à relever ce défi réside dans la force des institutions et l'énergie (ainsi que les grandes compétences) des chercheurs. Un éventail aussi large de questions préoccupantes pose un réel défi, tant aux pouvoirs publics qu'à la communauté scientifique.

QUELLES PERSPECTIVES POUR L'AFRIQUE ?

La façon dont la recherche scientifique est structurée et conduite a profondément changé au cours des trente dernières années. C'est aussi vrai pour l'Afrique que pour le reste du monde (Krishna *et al.*, 2000). Les activités de S & T reposent de plus en plus sur la coopération internationale. Elles font partie

d'un marché mondial encourageant la mobilité des personnes et des savoirs. En outre, la science a perdu la confiance dont elle bénéficiait jusqu'ici de la part des sociétés et des pouvoirs publics, en particulier en Afrique médiane. La S & T reste toutefois cruciale pour le développement humain et technologique, pour le commerce mondial, ainsi que pour l'intégration dans la société du savoir. C'est d'elle que dépend le développement durable et l'avenir viable auxquels la société aspire.

Cette dépendance requiert de l'Afrique, et en particulier de l'Afrique médiane, une véritable réhabilitation de ses activités, ce qui implique notamment d'offrir des perspectives de carrière et de rémunération aux acteurs de la S & T. Les États africains doivent donc recommencer à investir dans la S & T. Il s'agit, entre autres, de restaurer la confiance en la science au sein de l'opinion publique. Certains pays d'Afrique, à l'instar du Nigéria, ont récemment pris des initiatives en ce sens et se montrent clairement conscients de l'enjeu (voir l'encadré p. 204).

Si les efforts tels que ceux qui sont déployés au Nigéria sont significatifs et méritent d'être salués, il ne faudrait pas pour autant oublier que les lacunes de l'Afrique en matière

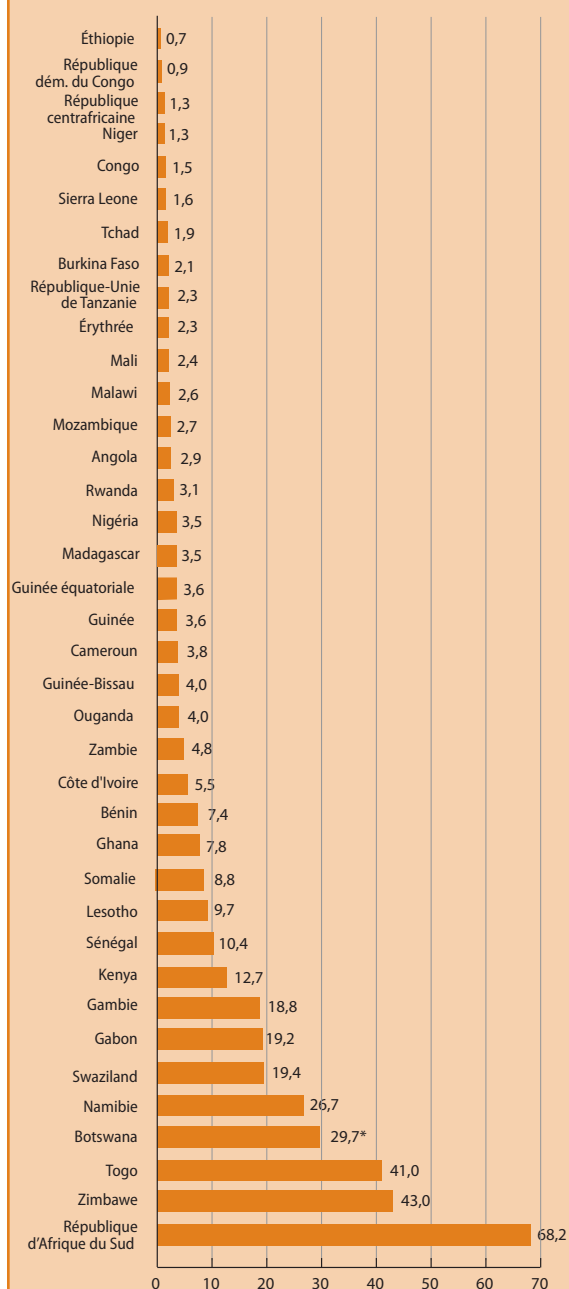
Les programmes d'aide de la FIS et de la TWAS en Afrique

La Fondation internationale pour la science (FIS) et l'Académie des sciences pour le monde en développement (TWAS) ont apporté leur soutien à de nombreux scientifiques africains au cours des dernières décennies : dans les sciences relatives à la gestion, à la conservation et à l'utilisation durable des ressources naturelles pour la FIS, et dans les sciences fondamentales (notamment la biologie, la physique, la chimie et les mathématiques) en ce qui concerne la TWAS. Depuis 1974, la FIS a aidé quelque 1 250 scientifiques africains dans la plupart des pays du continent, et la TWAS près d'un millier depuis 1986. Dans le cadre du Système d'analyse et de mesure d'impact (MESIA) de la FIS, une étude de suivi des boursiers de la FIS a été menée dans un certain nombre de pays, dont le Cameroun, le Maroc et la République-Unie de

Tanzanie. Paradoxalement, peu de cas d'un véritable exode des cerveaux ont été constatés parmi l'échantillon. Sur 262 scientifiques interrogés, près de trente ans après l'octroi des premières bourses, 4 seulement avaient émigré de façon définitive vers l'Europe ou les États-Unis d'Amérique. La plupart des autres scientifiques étaient toujours en activité dans leur pays, sauf ceux de la République-Unie de Tanzanie, dont environ 10% contribuent à une mobilité régionale des chercheurs en Afrique australe. Ces résultats montrent qu'une aide bien ciblée aux jeunes chercheurs scientifiques peut contribuer à les faire rester dans leur communauté scientifique nationale.

Voir www.ifs.se et www.twas.org.

Figure 4
NOMBRE D'INTERNAUTES EN AFRIQUE
SUBSAHARIENNE POUR 1 000 HABITANTS, 2002



Source : http://unstats.un.org/unsd/mi/mi_series_results.asp?rowId=605.

de S & T demeurent immenses et qu'une demi-douzaine de mesures isolées, si importantes soient-elles, ne suffiront pas à les combler. Lors d'un atelier sur le renforcement des capacités des académies des sciences en Afrique, organisé en mai 2001 par le Groupe interacadémies sur les questions internationales, dont le siège se trouve à Trieste (Italie), les participants ont observé que 9 pays d'Afrique seulement (sur 53) possédaient une académie des sciences – la plupart de ces académies manquant cruellement de moyens financiers, de reconnaissance et d'influence. Une dixième académie a depuis été créée au Zimbabwe, en octobre 2004, mais elle rencontre les mêmes difficultés. Pour sa première année d'activité, l'Académie des sciences du Zimbabwe a reçu une dotation publique de 120 000 dollars, mais aucune assurance quant à la poursuite d'un financement public.

Les mêmes remarques pourraient être faites en ce qui concerne d'autres aspects de l'activité scientifique du continent, notamment les travaux individuels des chercheurs, les capacités des institutions scientifiques et les efforts des ministères de la Recherche.

Six approches interdépendantes

Face à ces défis préoccupants, il faut impérativement avoir une idée claire des mesures à prendre pour garantir une reprise durable. Les approches présentées ci-après peuvent paraître utopiques et normatives dans le contexte et les conditions actuels. Nous avons pourtant le sentiment qu'elles sont réalistes, notamment en ce qui concerne l'Afrique médiane, à condition que les gouvernements africains, les scientifiques, les acteurs locaux et les donateurs puissent s'entendre sur des mesures concrètes propres à assurer un renouveau.

Premièrement, développer, soutenir et utiliser les capacités et les initiatives locales en vue de faire progresser la S & T. En réalité, il est moins difficile de mettre en place des capacités scientifiques et techniques que de les maintenir, tout comme il est moins difficile de les maintenir que de les utiliser. C'est pourquoi il importe que les pays africains investissent dans la formation des chercheurs et des ingénieurs et que chacun d'entre eux élabore une stratégie économique qui offre aux diplômés des perspectives d'emploi. Il suffit parfois d'un seul

scientifique de talent pour changer beaucoup de choses. C'est là le point positif. L'ennui, en revanche, c'est que l'on sait par expérience qu'il est bien plus difficile qu'il n'y paraît de former et de retenir des chercheurs et une main-d'œuvre compétente. Pourtant, des programmes de taille modeste, avec des moyens relativement limités, peuvent être efficaces. Un système éducatif dynamique et un réservoir d'emplois stable mais flexible (Banque mondiale, 2000) sont deux des conditions préalables essentielles à la viabilité.

Deuxièmement, *mobiliser les sciences et les technologies les plus pointues et les plus utiles, en Afrique et ailleurs, pour répondre aux problèmes socio-économiques graves.* Les problèmes d'alimentation, de santé et d'environnement rencontrés par les populations des pays pauvres, en particulier les moins avancés, sont d'une ampleur (et bien souvent d'une nature) différente de ceux que connaissent les pays riches dans ces mêmes domaines. Ces différences expliquent en partie pourquoi la recherche scientifique et technique des pays développés a rarement porté sur les problèmes les plus graves de l'Afrique : la pauvreté, le manque de nourriture et d'énergie, les difficultés d'accès à l'eau potable, les maladies tropicales et la pandémie de VIH/SIDA.

Par conséquent, si l'Afrique compte recourir à la S & T pour s'attaquer à ses problèmes les plus urgents, elle doit renforcer ses propres capacités scientifiques et technologiques. Sinon, elle restera indéfiniment tributaire d'une science de seconde main qui ne sera sans doute jamais suffisamment adaptée à la situation du continent. C'est pourquoi il importe que les gouvernements africains engagent les grandes figures scientifiques du continent à émettre un avis éclairé et indépendant sur les questions scientifiques d'actualité les plus importantes. Cela suppose de renforcer les académies des sciences déjà en place dans certains pays d'Afrique et d'en créer de nouvelles dans les pays où il n'y en a pas. Comme nous l'avons vu, 10 pays seulement sur les 53 que compte le continent possèdent une académie des sciences, qui rassemble leurs scientifiques les plus prestigieux. Ces chiffres montrent que de grands progrès sont encore possibles dans ce domaine.

Cela ne signifie pas pour autant que les pays africains doivent tourner le dos à la recherche étrangère. Les efforts de collaboration Nord-Sud ont déjà contribué au renforcement et à l'internationalisation de la recherche africaine. Ces collaborations doivent certes se poursuivre, mais il ne faudrait

Soutenir la biologie

Le programme *Bio-Earn* (programme régional et réseau de recherche d'Afrique orientale pour la biotechnologie et la prévention des risques biotechnologiques) a été créé en 1999 avec le soutien financier du département pour la coopération de la recherche de l'Agence suédoise de coopération internationale au développement (ASDI-SAREC). Quatre pays – l'Éthiopie, le Kenya, la République-Unie de Tanzanie et l'Ouganda – en sont membres. Les principaux objectifs du programme sont de « renforcer les capacités biotechnologiques » de ses États membres et de « promouvoir une recherche appropriée et les politiques y afférentes ». Autre objectif important, le programme *Bio-Earn* vise à encourager les programmes et les politiques qui permettent d'utiliser les biotechnologies « de manière durable [...] pour contribuer à l'amélioration des conditions de vie, garantir la sécurité alimentaire

et préserver l'environnement ». Si les biotechnologies et le génie génétique sont porteurs d'immenses espoirs quant à la solution des problèmes de sécurité alimentaire en Afrique subsaharienne, les applications de ces technologies suscitent énormément de controverses et d'inquiétudes. Les questions les plus sensibles portent sur les droits de propriété, le contrôle exercé par les entreprises sur le programme de la recherche, ainsi que les risques pour les cultures non transgéniques et l'environnement. Comme en témoigne la récente polémique concernant la distribution de maïs transgénique au Zimbabwe, on ne saurait faire l'impasse sur ces problèmes au nom de la science ni même de la lutte contre la faim.

Voir www.bio-earn.org.

pas pour autant faire l'impasse sur les inégalités qui existent entre les partenaires au départ, si l'on veut s'attaquer à ces inégalités et, si tout va bien, y remédier (Gaillard, 1994). Parallèlement, l'Afrique devrait associer le secteur privé à ses efforts pour doper la S & T sur le continent. S'il est vrai que le

climat d'incertitude politique et économique ne se prête guère à de tels efforts, les richesses naturelles de l'Afrique, notamment ses trésors de plantes indigènes et médicinales, qui ont une valeur commerciale potentielle, pourraient particulièrement intéresser de grands groupes pharmaceutiques privés. La

Le NEPAD

Le Nouveau partenariat pour le développement de l'Afrique (NEPAD), lancé en 2001, est une initiative qui se veut intégrée et globale en vue de contribuer à la renaissance et au développement durable de l'Afrique. Le NEPAD est un programme de l'Union africaine qui regroupe 53 pays.

Dans le cadre du NEPAD, les chefs d'État africains appellent à investir davantage dans la S & T. Si l'objectif fixé par le NEPAD en 2003 de consacrer 1 % du PIB à la R & D d'ici à cinq ans devait être atteint, ce serait une mini-révolution pour le continent africain, où la plupart des pays allouent moins de 0,3 % des fonds publics à la R & D.

Ce n'est pas la première fois que les leaders politiques africains affirment leur soutien « indéfectible » à de tels efforts. Il y a d'abord eu, en 1980, le Plan d'action de Lagos, puis la Déclaration de Kilimandjaro en 1987, la Déclaration de Khartoum en 1988 et, enfin, la Déclaration d'Addis-Abeba en 1998. Toutes ces initiatives ont appelé les pays d'Afrique subsaharienne à se tourner vers la S & T en tant que l'une des principales sources de développement économique.

En quoi la stratégie du NEPAD est-elle différente ? Premièrement, les temps ont changé. La chute de nombreux indicateurs socio-économiques vient brutalement rappeler qu'il est plus que jamais urgent d'agir. Deuxièmement, la stratégie insiste fortement sur le fait que le développement des ressources humaines est une condition préalable à un développement fondé sur la science et adopte ainsi une vision longue des progrès qui pourraient être visés et réalisés. Le NEPAD met l'accent sur des objectifs réalistes et prévoit de procéder constamment à des évaluations et à des ajustements. Si la volonté d'agir n'est pas exprimée en des termes aussi forts que dans les déclarations qui avaient marqué les tentatives de réforme antérieures, la perspective d'un succès – quoique modeste – est plus

grande. Troisièmement, le NEPAD considère le développement de la S & T plus comme un outil que comme une fin en soi, en ce sens qu'il établit un lien direct entre les investissements dans la S & T et des besoins immédiats comme la lutte contre la pauvreté, l'amélioration de la santé publique, l'accès à l'eau potable et la protection de l'environnement.

Le plan d'action du NEPAD en faveur de la S & T constate que la science et les chercheurs africains sont actuellement coupés du système économique. À partir de là, il met l'accent sur l'élaboration des politiques scientifiques et sur des programmes phares portant notamment sur les biotechnologies, les savoirs et technologies autochtones, les moyens de mettre en place des partenariats entre l'université et les entreprises, les incubateurs technologiques, les centres d'innovation et la formation dans le domaine des politiques scientifiques. Ce plan d'action a été adopté en 2003 par une conférence ministérielle tenue à Johannesburg (Afrique du Sud), qui a par ailleurs établi un Conseil ministériel chargé de définir les orientations politiques du NEPAD.

Le NEPAD encourage à la fois le dialogue entre les différents acteurs de la S & T et l'élaboration d'un cadre décisionnel et réglementaire propre à favoriser les investissements privés dans la R & D. Les centres d'excellence régionaux sont mis en avant en tant qu'éléments stratégiques essentiels pour doper la collaboration africaine. Parallèlement, le NEPAD œuvre à l'instauration d'un véritable esprit de partenariat autour de la coopération Sud-Sud et Nord-Sud. Le mémorandum d'accord signé en 2004 entre le NEPAD et les centres internationaux de recherche agronomique du GCRAI va clairement dans ce sens.

Voir www.nepad.org.

demande inexploitée du continent en matière de nouvelles technologies de l'information (à peine 1 % de la population africaine dispose d'un accès à l'Internet aujourd'hui, contre 40 % en Amérique du Nord) pourrait constituer un autre domaine mûr pour des partenariats public-privé, notamment si les pays africains parviennent à former un nombre suffisant de spécialistes compétents des technologies de l'information pour pouvoir établir des partenariats équilibrés. Parallèlement, les pays d'Afrique devraient continuer à mettre en œuvre des projets en coopération avec des partenaires entretenant des liens particuliers avec le continent. Les chercheurs africains devraient, par exemple, tenter de tirer parti des liens distants, mais potentiellement forts, qui existent entre eux et les chercheurs d'origine africaine expatriés dans les pays du Nord.

Troisièmement, *avancer des arguments convaincants, dans les pays concernés et dans le monde entier, en faveur du*

développement local de la S & T. Il s'agit d'un enjeu crucial pour les chercheurs africains compte tenu des demandes concurrentes exercées en permanence sur les ressources financières limitées du continent. Il est du devoir des chercheurs africains, mais aussi de leur propre intérêt, de convaincre les pouvoirs publics de la valeur de la science et de la nécessité de la soutenir. Il leur faut pour cela être prêts à faire participer le grand public aux débats sur les questions de science, vouloir faire pression sur le gouvernement pour obtenir son appui et, ce qui est peut-être le plus important, avoir à cœur de mener des programmes de recherche axés sur les problèmes socio-économiques les plus graves. L'institution de systèmes nationaux de bourses de recherche ou le renforcement de ceux déjà en place pourrait constituer un puissant instrument pour réaliser de tels programmes. Il faudra que s'y ajoutent des investissements sérieux et soutenus dans l'éducation, de l'école

Le réseau Future Harvest aujourd'hui

Le Groupe consultatif pour la recherche agricole internationale (GCRAI) est un consortium mondial qui regroupe 15 organismes de recherche désignés collectivement sous l'appellation *Future Harvest*. Quatre de ces centres de recherche, ayant chacun leur propre tradition d'excellence scientifique et un mandat spécifique, sont situés en Afrique subsaharienne :

- Le Centre du riz pour l'Afrique (ADRAO), basé à Cotonou (Bénin), qui a mis au point les riz baptisés NERICA (« Nouveau riz pour l'Afrique ») qui devraient permettre à l'Afrique d'atteindre l'autosuffisance en riz d'ici à 2010.
- L'Institut international pour la recherche sur l'élevage (ILRI), basé à Nairobi (Kenya), qui œuvre à la croisée des chemins entre les travaux sur l'élevage et la lutte contre la pauvreté, en menant des recherches scientifiques de grande qualité et des activités de renforcement des capacités pour venir en aide, par la réduction de la pauvreté et le développement durable, aux tout petits éleveurs et à leurs villages.
- L'Institut international d'agriculture tropicale (IITA), basé à Ibadan (Nigéria), dont l'activité porte sur la gestion et l'amélioration des

cultures, en particulier celles pratiquées par les petits agriculteurs, telles que le manioc, le haricot à œil noir, la banane plantain et l'igname.

- Le Centre international pour la recherche en agroforesterie, basé à Nairobi (Kenya), qui mène des travaux de recherche pour lutter contre l'appauvrissement des sols dans les petites exploitations des régions sub-humides et semi-arides d'Afrique, et pour trouver des moyens pour remplacer la culture sur brûlis pratiquée en bordure des forêts tropicales humides.

Vue la diversité de leurs missions – et le fait que d'autres institutions du réseau *Future Harvest* basées ailleurs dans le monde contribuent également à la recherche de solutions aux problèmes de l'agriculture africaine –, ces institutions forment un réseau d'excellence scientifique. Le rayonnement de ce réseau est encore étendu par l'action d'une multitude de centres régionaux répartis dans toute l'Afrique subsaharienne, qui contribuent eux aussi à faire connaître les résultats de la recherche et les bonnes pratiques aux agriculteurs africains.

Voir www.cgjar.org.

primaire à l'enseignement supérieur. Les initiatives portant sur l'éducation pourraient en effet être l'élément le plus efficace à long terme des stratégies publiques en faveur de la S & T.

Quatrièmement, *partager les expériences novatrices et fructueuses de développement et d'application de la S & T.* Les réussites de l'Afrique en matière d'application de la S & T au développement ont trop souvent été noyées dans le flot de mauvaises nouvelles concernant l'état actuel des choses sur le continent. L'identification de marqueurs génétiques moléculaires pour améliorer les récoltes de thé au Kenya, les travaux en cours sur de nouveaux traitements contre la cécité des rivières en Ouganda (voir l'encadré ci-dessous), la recherche sur l'anémie falciforme (drépanocytose) au Ghana et les évaluations détaillées conduites à Madagascar sur l'efficacité des plantes médicinales (voir l'encadré page 191) sont autant d'exemples d'initiatives scientifiques qui méritent d'être mieux reconnues, tant par la communauté scientifique que par le grand public (PNUD et TWNSO, 1998 et 2001).

Cinquièmement, *renforcer et créer des centres d'excellence en Afrique.* Il existe, dans le tableau plutôt sombre de la situation actuelle des institutions scientifiques et technologiques d'Afrique, quelques éléments d'optimisme. Des centres d'excellence scientifique nationaux et régionaux tels que le

Laboratoire d'immunologie du Cameroun, le Centre africain des applications de la météorologie pour le développement au Niger, le Centre régional africain de technologie au Sénégal et l'Organisation tanzanienne pour le développement industriel pourraient finalement devenir des centres d'excellence internationaux capables de fonctionner encore mieux qu'à l'heure actuelle. Une telle évolution ne permettrait pas seulement de doper la science en Afrique, elle pourrait aussi servir de modèle pour la création d'autres institutions sur tout le continent. Ces efforts nécessiteront probablement un grand volontarisme politique de la part des gouvernements africains, ainsi qu'une aide ferme de partenariats bilatéraux et d'organismes d'aide au développement régionaux (Banque africaine de développement) et internationaux (Banque mondiale, Commission européenne).

Sixièmement, *mettre en place des programmes et des réseaux régionaux en Afrique et renforcer ceux qui existent.* Il y a déjà beaucoup de réseaux et de programmes régionaux, en particulier en médecine et en agronomie. Dans ce dernier domaine, trois programmes sous-régionaux (le Conseil Ouest et Centre africain pour la recherche et le développement agricoles (CORAF), l'Association pour le renforcement de la recherche agronomique en Afrique centrale et orientale

La cécité en ligne de mire

Il y a dix ans à peine, il n'était pas rare que, dans certaines régions du Burkina Faso, du Ghana, du Nigéria et d'autres pays de l'Afrique subsaharienne, un village sur trois soit touché par la cécité des rivières. Aujourd'hui, il n'y en a pratiquement plus aucun. Les progrès accomplis dans la lutte contre cette maladie en font l'une des campagnes de santé publique les plus efficaces jamais menées dans le monde en développement. Mais ce succès va-t-il durer ? Personne ne peut le dire avec certitude. En effet, les parasites qui provoquent la maladie pourraient, avec le temps, développer une résistance aux traitements médicamenteux qui s'étaient révélés efficaces. C'est la raison pour laquelle Thomas G. Egwang et ses collègues des *Med Biotech Laboratories*

de l'Université Makerere de Kampala (Ouganda) recherchent d'autres traitements, avec l'aide d'une bourse de la Fondation Howard Hughes (États-Unis d'Amérique), en s'appuyant sur les progrès rapides des connaissances en ce qui concerne la biologie moléculaire et, plus spécifiquement, les voies biochimiques dans la communauté médicale. Ces connaissances pourraient aider les chercheurs à mettre au point des techniques très pointues pour perturber les fonctions moléculaires des parasites responsables de la maladie, ce qui pourrait avoir pour effet d'affaiblir les parasites et de perturber leur cycle de reproduction.

Voir www.mblab.or.ug.

(ASARECA), le Centre de coopération pour la recherche et la formation agricoles en Afrique australe (SACCAR)) ont été mis en place afin de coordonner les activités des trois grandes sous-régions. S'il convient de redoubler d'efforts pour renforcer les systèmes de recherche sous-régionaux du continent, il ne faudrait pas pour autant négliger le désir légitime de chaque pays d'élaborer et de mettre en œuvre ses propres politiques de recherche. Quoiqu'il en soit, une stratégie régionale ne peut véritablement porter ses fruits que si elle s'appuie sur des systèmes nationaux consolidés.

L'AVENIR

Il ne fait aucun doute que les problèmes majeurs auxquels l'Afrique était en butte pendant les trente dernières années du xx^e siècle demeurent obstinément présents en ce début de nouveau siècle. Pourtant, à entendre ce qui se dit ces derniers temps dans les colloques et autres manifestations, il semblerait que les quelques décennies à venir constitueront pour l'Afrique le meilleur moment pour sortir de l'impasse dans laquelle elle se trouve depuis des années et accomplir des progrès significatifs en matière de renforcement de ses capacités scientifiques. Pour saisir ces opportunités, toutefois, l'Afrique doit se doter de

, nouvelles visions et stratégies à long terme pour pouvoir soutenir la croissance économique dans un monde où le développement est de plus en plus tributaire du savoir scientifique et des savoir-faire techniques. En bref, les pays d'Afrique doivent créer et maintenir leurs propres capacités en matière de S & T moderne et mettre à profit les connaissances et les compétences ainsi acquises pour définir les stratégies propres à remédier à leurs problèmes, stratégies qui devront en retour mettre le meilleur de la S & T d'Afrique et d'ailleurs au service de la création et du maintien de capacités locales et régionales, ainsi que de la solution des difficultés de la vie de tous les jours.

L'histoire récente de l'Afrique a montré qu'il ne servait à rien d'administrer au continent de fortes doses de technologies étrangères en espérant que, d'une manière ou d'une autre, le savoir-faire extérieur ainsi injecté s'implanterait de façon durable. Au contraire, les efforts pour développer les capacités de l'Afrique en matière de S & T doivent s'articuler autour d'une stratégie à long terme fondée sur l'idée que chacun des pays, même les plus pauvres, doit faire de la recherche pour son propre compte, et que la connaissance scientifique peut être l'une des principales forces qui sous-tendent le développement économique durable. En d'autres termes, la

Une initiative en Afrique

Lancée en 1998 avec l'appui financier de la Banque mondiale, l'Initiative scientifique du Millénaire (MSI) tend à renforcer les capacités des pays en développement dans le domaine de la S & T moderne. À ce jour, des instituts de la MSI ont été établis au Brésil, au Chili et au Mexique et d'autres sont en cours d'implantation en Afrique. Avec l'aide d'une équipe spéciale africaine pour la MSI, formée conjointement par l'Académie des sciences pour le monde en développement (TWAS) et le *Science Initiative Group* (SIG), une ONG indépendante qui conseille la MSI, trois domaines prioritaires ont été définis : la biologie et les biotechnologies ; les mathématiques ; l'instrumentation et les technologies de l'information. La stratégie de la MSI consiste à associer les travaux des chercheurs, des enseignants et des

programmes locaux à des activités et des institutions déjà en place.

Les institutions servant de relais à l'initiative sont notamment les *Med Biotech Laboratories* (Ouganda), d'une part, et l'Université de Dar es-Salaam et l'Organisation pour la recherche et le développement industriels en Tanzanie (TIRDO), d'autre part, qui constituent respectivement les principaux nœuds du réseau pour les technologies de l'information et l'instrumentation. Pour sa part, la composante mathématique peut compter sur plusieurs centres situés dans des pays tels que le Bénin, le Cameroun, le Kenya et la République d'Afrique du Sud.

Voir www.msi-sig.org.

science est aussi indispensable au développement que l'agilité l'est à la pratique sportive.

Toutes les évaluations portant sur l'état de la science en Afrique aboutissent à cette même conclusion, qu'il n'y a pas que les bâtiments, les systèmes de communication ou les équipements des laboratoires (c'est-à-dire la structure matérielle des institutions scientifiques) qui soient en piteux état; les programmes d'enseignement et de formation (c'est-à-dire l'aspect immatériel) le sont également. Aussi faut-il que, tout en cherchant à fortifier les infrastructures scientifiques du continent, les pays d'Afrique et les donateurs étrangers s'intéressent de très près non seulement à la construction et à l'entretien des locaux, ainsi qu'à l'accès au matériel informatique et aux réseaux, mais également à toute une série d'éléments fondamentaux qui intéressent les personnes, et auxquels les chercheurs attachent une importance capitale – accès à la littérature scientifique, actualité du matériel pédagogique, montants satisfaisants des rémunérations et possibilités de promotion convenables.

Tous ces problèmes sont bien connus mais méritent qu'on y revienne, pour deux raisons.

Premièrement, *recenser la totalité des problèmes auxquels la science est confrontée en Afrique n'est qu'une première étape*. Rien ne garantit que l'expression de ces préoccupations conduira à l'adoption d'une stratégie efficace. Aucune région au monde n'en est plus consciente que l'Afrique, dont les problèmes ont été l'objet de débats approfondis pendant des décennies sans grand résultat.

Deuxièmement, *l'Histoire ne manque pas d'exemples où, au pain quotidien, on a préféré des symboles plus prestigieux du progrès*. L'une des raisons du déclin des universités africaines au cours des trente dernières années, après une phase prometteuse dans les années 60 et au début des années 70, tient au fait que les gouvernements africains ont souvent choisi d'étendre leur système universitaire en créant de nouvelles universités plutôt que de financer convenablement les établissements d'enseignement supérieur qui existaient déjà. Le fait de défricher des zones vierges et d'y construire donnait une impression plus tangible de progrès. La même « monumentalité » permet d'expliquer pourquoi le programme de construction d'infrastructures physiques de la Banque mondiale

a perduré aussi longtemps après la Seconde Guerre mondiale, alors que les rayons des bibliothèques croulaient sous les rapports d'évaluation faisant état d'un constat d'échec.

Quoi qu'il en soit, l'Afrique doit d'abord se venir en aide à elle-même en usant de ses propres forces et de ses propres ressources, et rester sur ses gardes vis-à-vis des fonds étrangers, quelles que soient les bonnes intentions et l'efficacité qui peuvent caractériser les nouvelles stratégies internationales de financement. La lassitude des donateurs n'est-elle pas, après tout, dans la nature humaine ?

Même les initiatives engagées au niveau diplomatique le plus élevé, telles que les première (1980-1989) et deuxième (1991-2000) Décennies du développement industriel de l'Afrique, dont l'Organisation des Nations Unies pour le développement industriel (ONUDI) était chef de file, n'ont pratiquement laissé aucune trace, positive ou négative, dans le paysage scientifique et technologique de l'Afrique. Quant à la Conférence des Nations Unies sur la science et la technique au service du développement, tenue à Vienne en 1979, comme la plupart des ouvrages sur le développement économique l'ont indiqué depuis, elle a soulevé de faux espoirs d'amélioration rapide en promettant de façon ferme des mécanismes de financement et des actions de suivi qui ne se sont jamais concrétisés. La Conférence mondiale sur la science (CMS) organisée à Budapest en 1999, sous l'égide de l'Organisation des Nations Unies pour l'éducation, la science et la culture (UNESCO) et du Conseil international pour la science (CIUS), visait des résultats beaucoup moins ambitieux que la Conférence de Vienne. Si les activités de suivi de la CMS au plan régional se sont révélées encourageantes, les moyens financiers et humains nécessaires manquent encore pour véritablement accélérer la progression de la science dans le monde en développement.

Modèles et mécanismes

Il existe toutefois des modèles et des mécanismes pour promouvoir la cause de la S & T dans le monde en développement. Selon le Programme des Nations Unies pour le développement, la République de Corée, par exemple, a récemment intégré le groupe des pays ayant un développement humain élevé (PNUD, 2001), avec un revenu moyen par habitant

supérieur à celui de la République tchèque, de la Hongrie ou de la Pologne.

On pourrait également citer l'exemple du Brésil, de la Chine, de l'Inde et du Mexique. Aucune de ces nations, sauf peut-être la Chine, n'a connu une réussite économique aussi spectaculaire que celle de la République de Corée. Néanmoins, chacune a mis en place des infrastructures scientifiques robustes qui promettent d'offrir un cadre de soutien durable de la croissance économique.

Les stratégies mises en œuvre par ces pays sont claires : un investissement soutenu dans l'éducation à tous les niveaux; un engagement à long terme des gouvernements en faveur de l'effort scientifique national; un financement solide et raisonnable; la possibilité d'accéder à la littérature scientifique récente grâce aux moyens de communication électroniques et de nombreuses opportunités d'interaction avec la communauté scientifique internationale; un fort encouragement à la compétitivité aux plus hauts niveaux d'excellence au sein des milieux scientifiques internationaux.

Ces stratégies, aussi prosaïques qu'elles puissent paraître, sont ce qu'il y a de mieux en fait de politique scientifique. D'une part, elles fournissent un schéma clair et cohérent pour un renforcement des capacités institutionnelles reposant en grande partie sur des financements nationaux; d'autre part, elles offrent aux chercheurs des mécanismes pour développer leurs connaissances et leurs compétences. Ces chercheurs – du moins un nombre croissant d'entre eux – ont ainsi la possibilité d'exercer leurs talents dans leur pays d'origine.

Les ministères en charge des sciences, les centres de recherche et les universités d'Afrique seraient bien inspirés de suivre la voie tracée, en ce qui concerne la S & T, par les pays en développement qui ont le mieux réussi. La feuille de route dont ils se sont dotés a autant de chances de faire progresser la S & T en Afrique qu'elle a réussi à le faire dans certaines parties de l'Asie, de l'Amérique centrale ou de l'Amérique du Sud. En conclusion, la S & T ne parviendra pas, à elle seule, à sauver l'Afrique, mais l'Afrique ne pourra s'en sortir sans la S & T. C'est l'histoire récente qui nous le dit.

Rédigé en 2001, ce chapitre a été partiellement mis à jour.

RÉFÉRENCES ET LECTURES COMPLÉMENTAIRES

- Arvanitis, R. 2001. Introduction. *Encyclopedia of Life Support Systems EOLSS. Section : Science and Technology Policy*. Paris, UNESCO.
- Arvanitis, R.; Gaillard, J. 1992. *Les Indicateurs de science pour les pays en développement*. Collection colloques et séminaires. Paris, Institut de recherche pour le développement.
- Arvanitis, R.; Waast, R.; Gaillard, J. 2000. Science in Africa : a Bibliometric Panorama Using PASCAL Database. *Scientometrics*, 47 (3), pp. 457-473.
- Banque mondiale. 2000. *Higher Education in Developing Countries : Peril and Promise*. Washington, D. C., Banque mondiale.
- Current Science. 2001. Science in the Third World. *Current Science*, 81, 25 octobre 2001, numéro spécial, Bangalore, Inde.
- Dahoun, M. 1997. *Le Statut de la science et de la recherche au Bénin*. Berlin, Logos-Verl., 320 pages.
- Davis, C. H. 1983. Institutional Sectors of « Mainstream » Science Production in Sub-Saharan Africa, 1970-1979 : a Quantitative Analysis. *Scientometrics*, 5 (3), pp. 163-175.
- Eisemon, T. O. 1979. The Implementation of Science in Nigeria and Kenya. *Minerva*, 12 (4), pp. 504-526.
- Gaillard, J. 1994. North-South Research Partnership : Is Collaboration Possible Between Unequal Partners? *Knowledge an Policy*, 7 (2), pp. 31-63.
- . 1999. *La Coopération scientifique et technique avec les pays du Sud, peut-on partager la science ?* Paris, Karthala.
- Gaillard, J.; Furó Tullberg, A. 2001. *Les Chercheurs africains : une enquête questionnaire, boursiers IFS et bénéficiaires INCO*. FIS : rapport MESIA n° 2, Stockholm, 90 pages.
- Gaillard, J.; Krishna, V. V.; Waast, R. (dir. publ.). 1997. *Scientific Communities in the Developing World*. New Delhi/Londres, Sage, 398 pages.
- Gaillard, J.; Waast, R. 1993. The Uphill Emergence of Scientific Communities in Africa. *Journal of African and Asian Studies*, 27 (1-2), pp. 41-68.
- . 2000. L'Aide à la recherche en Afrique subsaharienne : comment sortir de la dépendance ? Le cas du Sénégal et de la Tanzanie. *Autrepart*, 13, pp. 71-89.
- Hassan, M. H. A. 2000. Can Science Save Africa? *Science*, 292 (1^{er} juin), pp. 1609.
- Hassan, M. H. A.; Schaffer, D. 2001. The Third World Academy of Sciences : Celebrating Two decades of Progress. *Current Science*, 81, 25 octobre.
- Kolinsky, M. 1985. The Growth of Nigerian Universities, 1948-1980. *Minerva*, 23 (1), pp. 29-61.
- Krishna, V. V., Waast, R.; Gaillard, J. 2000. The Changing Structure of Science in Developing Countries. *Science, Technology & Society*, 5 (2), pp. 209-224.
- Lebeau, Y.; Ogunsanya, M. (dir. publ.). 1999. *The Dilemma of Post-colonial Universities*. Ibadan, IFRA/African BookBuilders.
- Lebeau, Y.; Onyeonoru, I.; Ukah, F. K. 2000. Nigeria Country Report. Dans : R. Waast et J. Gaillard (dir. publ.), *La Science en Afrique à l'aube du xx^e siècle*. Paris, Institut de recherche pour le développement.

Mouton, J.; Boshoff, S. C.; Ravat, E.; Ravjee, N. 2000. Science in Transition. Dans : R. Waast et J. Gaillard (dir. publ.), *La Science en Afrique à l'aube du xx^e siècle*. Paris, IRD.

PNUD. 2001. *Rapport mondial sur le développement humain : mettre les nouvelles technologies au service du développement humain*. Bruxelles, De Boek Université.

PNUD; TWNSO. 1998. *Sharing Innovative Experiences : Examples of Successful Initiatives in Science and Technology in the South*. New York, PNUD/Third World Network of Scientific Organizations.

—. 2001. *Sharing Innovative Experiences in the Conservation and Wise Use of Medicinal and Indigenous Plants*. Karachi, HEJ Research Institute of Chemistry, pour le PNUD et le TWNSO, Karachi.

UNESCO. 2000. *World Conference on Science : Science for the Twenty-first Century ; a New Commitment*. Londres, UNESCO.

Waast, R. 2001. Science and Technology Policies in Africa. Dans : *Encyclopedia of Life Support Systems EOLSS. Section : Science and Technology Policy*. Paris, UNESCO.

Waast, R.; Gaillard, J. (dir. publ.). 2000. *La Science en Afrique à l'aube du xx^e siècle*. Paris, IRD.

Mohamed H. A. Hassan est directeur exécutif de l'Académie des sciences pour le monde en développement (TWAS), président de l'Académie africaine des sciences (AAS), secrétaire général du TWNSO (*Third World Network of Scientific Organizations*) et membre de plusieurs comités dans d'autres institutions internationales.

Il est titulaire d'un doctorat en physique des plasmas de l'Université d'Oxford, Royaume-Uni (1974). Ancien professeur et doyen de la faculté de sciences mathématiques de l'Université de Khartoum, il a reçu l'ordre du Mérite scientifique du Brésil. Il est membre de la TWAS, de l'AAS et de l'Académie islamique des sciences, ainsi que membre honoraire de l'Académie colombienne des sciences exactes, physiques et naturelles et membre correspondant de l'Académie royale des sciences d'outre-mer de Belgique. Ses champs de recherche incluent la physique théorique des plasmas et la dynamique de l'érosion éolienne et des mouvements de sable.

Roland Waast est directeur de recherche à l'Institut de recherche pour le développement (IRD).

Sociologue, il a passé de nombreuses années dans des pays en développement (notamment en Algérie et à Madagascar). En tant que directeur du Département des stratégies de développement à l'IRD, il a mis en place une équipe de recherche spécialisée dans la sociologie des sciences, ainsi qu'un réseau international (ALFONSO) traitant des mêmes thèmes dans les pays en développement (les principaux nœuds du réseau étant situés en Algérie, en Argentine, au Brésil, en Inde, en République d'Afrique du Sud et au Venezuela). Il a publié de nombreux articles en français et a contribué à plusieurs revues internationales. Il est le fondateur et le codirecteur de la revue *Science, Technology and Society*, ainsi que le directeur de publication de la série d'ouvrages *Les Sciences hors d'Occident au xx^e siècle/20th Century Sciences : Beyond the Metropolis* (IRD-UNESCO, 7 volumes).

Jacques Gaillard est directeur de la Division de la planification et de la coordination du Département de la coopération technique de l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA), à Vienne (Autriche). Avant d'intégrer l'AIEA, il a été directeur adjoint et directeur par intérim de la Fondation internationale pour la science (FIS), à Stockholm (Suède), en détachement de l'Institut de recherche pour le développement (IRD, anciennement ORSTOM).

Ingénieur en agriculture, docteur en sociologie et spécialiste des rapports entre science, technologie et société, il est l'auteur de plus d'une trentaine d'articles et de six ouvrages personnels et a dirigé la publication de six autres ouvrages dans sa spécialité.

Daniel Schaffer, responsable de la communication de l'Académie des sciences pour le monde en développement (TWAS) et du Centre international de physique théorique (CIPT), a écrit de nombreux articles sur des questions scientifiques, technologiques et économiques, ainsi que sur la croissance urbaine, pour la presse grand public et universitaire. Ses écrits ont été publiés aux éditions *Johns Hopkins University Press* et *Temple University Press*, et ses films documentaires ont été diffusés sur des chaînes publiques de la télévision américaine.

Le Japon

Les problèmes socio-économiques auxquels les nations sont confrontées de nos jours sont complexes, malaisés à définir, et bien différents de ceux qu'elles ont pu rencontrer par le passé. Aucun pays avancé ne détient la solution. Le monde entre actuellement dans l'ère de la société du savoir, une société où la connaissance est considérée comme le moteur de la productivité et de la croissance économique. Le développement de la science et de la technologie (S & T) est indispensable à la création de nouvelles connaissances et à la coopération internationale – deux éléments essentiels pour faire face à l'intensification de la concurrence à l'échelle planétaire dans le siècle qui s'ouvre. Comment l'économie mondiale devrait-elle alimenter le réservoir intellectuel planétaire et en partager les ressources ? Comment mettre utilement la connaissance à contribution pour résoudre des problèmes nationaux pressants ? Comment utiliser la S & T pour créer de nouvelles industries, accroître la productivité et maintenir la compétitivité industrielle ? Autant de questions qui revêtent une importance cruciale pour le développement économique de chaque nation.

Comme tout autre pays, le Japon s'efforce de trouver sa voie dans cette ère nouvelle. Pendant la période qui a suivi la Seconde Guerre mondiale, le pays a connu une forte croissance économique, sans précédent dans son histoire. Le niveau de vie national s'est considérablement amélioré et l'espérance de vie des Japonais est devenue la plus élevée au monde (78,4 ans pour les hommes et 85,3 ans pour les femmes). Au cours des dix dernières années du xx^e siècle, cependant, l'économie japonaise a commencé à stagner et le pays est entré dans une longue période de récession structurelle. À présent, le Japon doit faire face au déclin de la demande; pour que s'amorce la reprise, il lui faut d'urgence créer de nouvelles industries et de nouveaux marchés et mettre en place des mécanismes capables de générer effectivement des innovations durables.

Pour surmonter la récession, le Japon a placé la S & T en tête de ses priorités stratégiques. La loi fondamentale sur la science et la technologie dont il s'est doté en novembre 1995 ainsi que ses premier et deuxième plans-cadres pour la science et la technologie, qui datent de 1996 et 2001, montrent l'importance qu'il attache à cette question. En outre, la réforme administrative lancée par le gouvernement en 2001 a, depuis,

YOSHIKO OKUBO et SHINICHI KOBAYASHI

été étendue à la S & T, ce qui facilitera la mise en place d'un système de stimulation de l'innovation adapté aux exigences nouvelles.

Selon le *Livre blanc 2000 sur la science et la technologie : en route pour le xx^e siècle*, publié par l'Agence de science et de technologie (STA, 2001), la politique japonaise en matière de S & T vise à redéfinir les rapports entre la science, la technologie et la société. Le Japon entend devenir une « nation capable de susciter un développement durable » en favorisant une vitalité intellectuelle qui contribuera au maintien d'une économie vigoureuse et à l'amélioration du niveau de vie de la population.

Dans le présent chapitre, on retracera l'évolution d'ensemble de la S & T au Japon, en rappelant d'abord comment le pays a emprunté à l'Occident la S & T moderne et s'est doté de sa propre infrastructure au xix^e siècle. On décrira le processus d'institutionnalisation et de professionnalisation des structures scientifiques et technologiques; un aperçu de la politique du Japon en matière de S & T depuis 1950 montrera quelle stratégie les pouvoirs publics ont élaborée afin de renforcer les compétences dans ce domaine et quelles mesures ont été prises pour atteindre concrètement cet objectif. Des indicateurs et des comparaisons internationales permettront de cerner l'état actuel de la S & T et son évolution. Les enjeux présents, les problèmes socio-économiques qui entravent l'expansion de la S & T et les réformes en cours visant à restructurer les mécanismes d'innovation nationaux seront mentionnés. On conclura en évoquant les perspectives d'avenir.

BREF HISTORIQUE DE LA POLITIQUE SCIENTIFIQUE AU JAPON

Institutionnalisation et professionnalisation de la S & T (1868-1945)

En 1868, le shogunat des Tokugawa s'effondre et une ère nouvelle, l'ère Meiji, s'ouvre à la suite de la proclamation de la « restauration du gouvernement impérial ». Cet événement met fin non seulement à la dictature du clan Tokugawa et au système féodal, mais aussi à la politique d'isolement appliquée depuis deux siècles et demi. Les réformes sont entreprises par l'empereur Mutsuhito, dans l'esprit de l'ère Meiji.

Le Japon entre alors dans le monde de la S & T moderne et s'ouvre aux influences occidentales. Cependant, afin de résister aux tentatives de colonisation de son territoire par les pays occidentaux, il s'attache en priorité à bâtir sa richesse et sa puissance militaire. Les structures administratives et sociales sont totalement réorganisées; les paysans acquièrent le droit de posséder des terres; des universités sont créées; les samouraïs perdent leurs anciens privilèges; le régime s'occidentalise et le libre-échange est instauré avec le monde extérieur (1873). Le conseil impérial est remplacé par un gouvernement s'inspirant du modèle occidental (1885), une constitution prévoyant la création d'un parlement bicaméral, d'un système judiciaire moderne et de forces armées est adoptée. Symbole de l'industrialisation, la première ligne de chemin de fer est construite en 1870.

Entrer dans le monde moderne oblige le Japon à devenir un État autonome. Pour y parvenir, le pays fait de l'accumulation de la richesse et de la puissance un objectif national. Il commence par chercher à comprendre ce qui fait la puissance de l'Occident. La puissance militaire de ce dernier s'appuie sur sa puissance industrielle, qui est elle-même née du développement des technologies militaires et de la révolution industrielle. C'est le recours systématique à la S & T qui explique cette puissance. S'il veut suivre le même chemin, le Japon doit d'urgence se doter de l'infrastructure nécessaire pour acquérir les connaissances scientifiques et technologiques de l'Occident et introduire la S & T occidentale dans différents secteurs de la société nipponne. Grâce à son administration fortement centralisée, le gouvernement Meiji est en mesure de jouer un rôle essentiel dans la création d'institutions et d'organismes de S & T.

Le ministère de l'Éducation est créé en 1871 et, un an plus tard, un système éducatif complet est mis en place. Fondée en 1877, l'Université de Tokyo devient par la suite (en 1886) l'Université impériale de Tokyo, la plus prestigieuse des six universités impériales dont la construction allait s'échelonner sur un demi-siècle.

Les universités impériales comportent toutes un département d'ingénierie: cette caractéristique commune témoigne de l'importance que le gouvernement Meiji accorde à une

discipline qu'il place sur un pied d'égalité avec la science et la médecine. Un choix qui contraste singulièrement avec le parti adopté à la même époque en Europe et aux États-Unis d'Amérique, où l'on considère cette discipline comme inférieure à la science, au droit ou à la médecine. En Occident, la science et l'ingénierie se sont développées chacune dans un contexte social et historique distinct. La finalité et les objectifs de leur institutionnalisation n'étaient pas les mêmes, les méthodes et les approches qu'elles ont adoptées différaient, ce qui a créé une hiérarchie entre les deux disciplines.

Le gouvernement Meiji inverse cette hiérarchie. Le prestige dont jouit l'ingénierie va permettre de former les nombreux ingénieurs nécessaires pour favoriser l'essor industriel qui s'ensuivra; il explique aussi la supériorité dont jouissent traditionnellement les ingénieurs dans l'infrastructure de la S & T au Japon. Aujourd'hui encore, le pays forme plus de 5 ingénieurs pour 1 scientifique, alors que ce ratio est de 1/1 dans les autres pays industrialisés.

Au moment où il commence à mettre en place son infrastructure de S & T, le Japon a deux siècles de retard par rapport à l'Occident sur le plan des connaissances scientifiques et de la révolution scientifique impulsée par Galilée et Newton. L'industrie japonaise a près de cent ans de retard sur la révolution industrielle au Royaume-Uni. En revanche, pour ce qui est de la professionnalisation de la science – qui implique que celle-ci soit reconnue comme faisant partie intégrante du système social et que les scientifiques puissent vivre de leurs activités de recherche –, le Japon n'accuse pas plus de cinquante ans de retard sur la France, l'Allemagne ou les États-Unis d'Amérique. En d'autres termes, s'il existe un grand décalage entre le Japon et l'Occident en matière d'institutionnalisation de la S & T, cet écart se réduit dès le moment où la science est valorisée au Japon et où l'on cherche à profiter de ses bienfaits de manière systématique. La création de départements d'ingénierie au sein des universités nipponnes facilitera la fusion de la science et de l'ingénierie.

Le gouvernement applique une démarche tout à fait unique pour introduire la S & T occidentale dans le pays. Il commence par sélectionner des scientifiques et des ingénieurs de haut niveau partout dans le monde, en utilisant ses ambassades et

ses consulats pour recruter les candidats. Ces scientifiques et ingénieurs étrangers aux spécialités diverses se voient alors offrir des chaires professorales dans les universités impériales. Leurs meilleurs étudiants japonais sont ensuite envoyés à l'étranger pour approfondir les connaissances acquises dans leurs cours. À leur retour, ces étudiants contribuent au développement du pays en qualité de professeurs d'université et remplacent petit à petit les étrangers employés par le gouvernement en devenant de hauts fonctionnaires. C'est ainsi que les connaissances et compétences techniques les plus pointues de l'époque, provenant des pays scientifiquement les plus avancés, sont introduites au Japon dans les principaux domaines de l'industrie et de l'enseignement. Voilà comment le Japon mène à bien sa propre révolution industrielle sans avoir à déplorer la fuite de ses cerveaux. Le développement de la S & T continuera de refléter la politique Meiji, qui plaçait celle-ci au sommet des priorités nationales. Outre le renforcement de sa base industrielle, le pays peut s'enorgueillir de scientifiques de renommée internationale tels que Hantaro Nagaoka, Kikunae Ikeda, Ryojin Tawara ou Umetaro Suzuki.

La Seconde Guerre mondiale entraînera l'effondrement de l'économie japonaise, qui, au lendemain de la défaite, retombera aux niveaux qu'avait connus le pays avant la restauration Meiji. Pour survivre, le Japon devra reconstruire la nation en misant sur la technologie. La croissance économique redeviendra la priorité absolue, et la S & T un outil essentiel de la relance.

Vers un État indépendant (1955-1970)

Les années 60 sont marquées par des tensions entre les États-Unis d'Amérique et l'URSS, alors que se forment les blocs de l'Est et de l'Ouest. La décennie s'ouvre sur la construction du mur de Berlin (1961) et la crise de Cuba (1962); ce sont ensuite les débuts de la guerre du Viet Nam et de la Révolution culturelle en Chine. L'espace devient le théâtre d'une concurrence toujours plus acharnée entre les deux superpuissances, après le lancement réussi du premier satellite artificiel, Spoutnik I, par l'URSS, en 1957.

Au Japon, si la capacité de production nationale dépendait largement, de 1945 à 1959, de l'importation des dernières

technologies étrangères, dans les années 60, l'archipel devient capable de produire ses propres produits bon marché, de grande qualité et compétitifs au niveau international. Le rythme du développement économique à cette époque surprend même le gouvernement. Les objectifs qu'il s'est fixés dans son Plan de doublement du revenu national (1960-1970) – maintenir un taux de croissance économique annuel de 9 % en moyenne entre 1961 et 1963 et doubler le produit national brut (PNB) dans les dix ans – sont bientôt plus que largement atteints : le PNB quadruple, dépassant celui de l'Allemagne de l'Ouest en 1968, ce qui permet au Japon de se hisser au deuxième rang du « monde libre ».

Les innovations technologiques favorisent un développement rapide des industries nippones. La révolution énergétique, qui s'appuie sur des solutions hybrides (pétrole et autres sources thermiques) et la révolution des matériaux (résines et textiles synthétiques) remodelent la palette des compétences industrielles nationales. Dans l'industrie automobile, un constructeur produit pour la première fois plus de 1 million de véhicules. Au cours des années 60, les questions de pollution nationale commencent à susciter la polémique. On assiste également aux premières frictions commerciales internationales, qui n'iront qu'en s'amplifiant au cours de la décennie suivante. Le décollage de l'économie japonaise induit une réorientation des politiques nationales : il ne s'agit plus de « rattraper » le niveau de S & T occidental, mais de développer une technologie originale en améliorant à la fois les technologies pilotes et les technologies de base, et en renforçant la compétitivité dans le cadre d'une économie libéralisée. La promotion de la S & T est indissociable de ce processus.

Avant la Seconde Guerre mondiale, la S & T ne faisait l'objet d'aucune stratégie spécifique : à l'époque, la politique scientifique était considérée comme faisant partie de la politique industrielle ou de la politique éducative et n'était donc pas formulée en tant que telle. Au milieu des années 50, des plans sont élaborés pour doter le pays d'une structure sociale et économique solide. La création, en mai 1956, de l'Agence de science et de technologie, organisme gouvernemental de premier plan dirigé par un ministre d'État, montre bien que la

politique en matière de S & T commence à être perçue comme un volet important de l'action des pouvoirs publics.

En 1959, le Conseil pour la science et la technologie (CST) est créé. Il est chargé de renforcer les organismes administratifs s'occupant de S & T et, en tant qu'organe délibérant suprême, il lui incombe de promouvoir les stratégies gouvernementales en la matière. Il remplit un rôle consultatif auprès du Premier ministre – qui le préside d'ailleurs encore aujourd'hui et le consulte lorsqu'il s'agit d'arrêter les grandes orientations de la S & T et de fixer les objectifs généraux à long terme de la recherche. Consulté pour la première fois par le Premier ministre sur les mesures à prendre pour favoriser le développement de la S & T au niveau national, le Conseil lui remet en octobre 1960 son *Rapport n° 1 assorti de recommandations*, qui servira de base à la première stratégie intégrée et systématique en matière de S & T au Japon.

Les chercheurs, les ingénieurs et les techniciens sont le moteur de la croissance économique de l'archipel après la Seconde Guerre mondiale. À la fin des années 50, cependant, l'industrie connaît une pénurie de main-d'œuvre qualifiée. Dans le rapport susmentionné, le Conseil prévoit qu'entre 1961 et 1970 le pays manquera d'environ 170 000 ingénieurs et ouvriers qualifiés. Afin de ne pas compromettre la mise en œuvre du Plan de doublement du revenu national précité, le ministère de l'Éducation élabore un programme visant à accroître le nombre d'étudiants. Ces mesures spéciales vont permettre à 100 000 étudiants supplémentaires de s'inscrire dans les filières scientifiques et technologiques des établissements d'enseignement supérieur pendant la période d'application du Plan.

Si la recherche ne peut se passer de personnel compétent ni d'installations et d'équipements adéquats, ses progrès dépendent en grande partie du volume d'investissement que le pays peut consentir dans ce domaine, lequel dépend lui-même de la situation économique. À la fin des années 50, la part du revenu national consacrée aux investissements dans la recherche en France, en Allemagne de l'Ouest, au Royaume-Uni et aux États-Unis d'Amérique s'échelonne entre 2,7 % et 1,5 %, alors que ce ratio n'est que de 0,94 % au Japon. C'est ce qui incite l'archipel à se fixer pour objectif un ratio de 2 %

(proche de celui du Royaume-Uni), objectif jugé réalisable avant la fin de la décennie.

C'est aussi dans les années 60 que la construction de la Cité des sciences de Tsukuba est planifiée, le CST ayant recommandé de transférer les instituts et laboratoires de recherche nationaux en dehors de Tokyo, surpeuplée, afin d'améliorer l'environnement dans lequel travaillent les chercheurs, de mettre en place des installations et des équipements modernes, d'encourager une utilisation commune de ces installations et de promouvoir des interactions et des échanges entre les chercheurs. En un mot, l'objectif est de créer un climat propice à des activités de recherche conjointes. En 1963, une décision ministérielle aboutit à la construction, sur le site de Tsukuba, d'une technopole d'envergure internationale, qui continue d'ailleurs de se développer aujourd'hui.

Une S & T en phase avec la société (1970-1980)

Dévasté après guerre, le Japon devient, grâce à la prospérité des années 60, un pays en pleine expansion économique. Ses besoins vitaux étant satisfaits, la société nippone a désormais soif de richesse et de connaissance. Les technologies axées sur le confort matériel connaissent leur apogée vers 1970 : 90 % des foyers japonais sont équipés d'un lave-linge et d'un réfrigérateur. Le pays aspire maintenant à l'éducation. Différentes technologies sont développées pour répondre aux attentes de la société dans des domaines très divers : la santé et la production alimentaire (antibiotiques, engrais, agriculture, sélection végétale et animale, etc.); les appareils électroménagers, les automobiles et autres biens matériels; l'impression et l'édition; les télécommunications et la radiodiffusion. À cette époque, la recherche-développement (R & D) est guidée par les besoins sociaux, et les biens de consommation ainsi produits commencent à faire leur apparition dans les bureaux et les maisons. Les entreprises se mettent à investir dans le développement de produits finis. C'est dans le secteur des appareils électriques et de précision que les investissements de R & D progressent le plus rapidement, le rapport entre la R & D et le chiffre d'affaires total passant de 2,3 % à 3,7 % et de 1,6 % à 3 %, respectivement, entre 1965 et 1980. Par comparaison, les investissements de R & D dans la sidérurgie restent stables (autour de 1 %), de

même que ceux consacrés aux machines industrielles (environ 1,7 %). Les années 70 voient donc s'opérer un glissement de la fabrication de produits industriels à celle de biens de consommation.

Le fossé technologique entre le Japon et les États-Unis d'Amérique se réduit, alors que le Japon développe ses propres technologies sans l'appui de la recherche militaire. Le succès de l'approche japonaise met aussi à mal l'idée selon laquelle seuls les programmes militaires et spatiaux à grande échelle peuvent générer des avancées dans les technologies de pointe. Un nouveau type d'organisation et de gestion des activités de recherche basé sur le modèle japonais apparaît, dans lequel le processus de développement, loin d'être contrôlé uniquement par une certaine élite, est fréquemment impulsé par la base, qui influe sur la prise de décision.

Grâce aux efforts consentis en matière de R & D, le Japon représente 10 % du PNB mondial à la fin des années 70. Mais le pays est à l'époque – et il le reste encore aujourd'hui – fortement dépendant du pétrole. Lors des chocs pétroliers de 1973 et 1979, le Japon, alors deuxième consommateur de brut du « monde libre », est contraint de rechercher des sources d'énergie de remplacement. L'énergie nucléaire en est une. Parallèlement, des technologies peu gourmandes en énergie sont développées, et des mesures antipollution et d'économie d'énergie sont mises en place. Entre-temps, le bien-être social, négligé lorsque le pays était engagé dans la course à la productivité, est devenu l'une des préoccupations prioritaires. La génération de l'après-guerre est en quête de stimulation intellectuelle et de relations harmonieuses entre la science, la technologie et la société. Cependant, à l'époque, la S & T vise encore essentiellement la satisfaction des besoins matériels et la R & D met l'accent sur la technologie plutôt que sur la science pure. Sous la pression de la société, une « technologie globale » se développe, qui intègre l'apport des sciences sociales. Dans ce contexte, les sciences environnementales, les sciences comportementales, les sciences de la vie, la biologie et les sciences humaines se développent plus rapidement que les technologies conventionnelles au cours des années 70.

Dans le *Rapport n° 5 assorti de recommandations* qu'il présente en 1971, le CST attire l'attention sur la relation qui

existe entre la S & T et les problèmes socio-économiques, environnementaux et de sécurité. Il engage à faire porter les efforts sur de nouveaux domaines, comme les logiciels ou les sciences de la vie.

Créativité et internationalisation (1980-1990)

Dans les années 80, le Japon enregistre des excédents commerciaux records, sa puissance économique se renforce et son influence internationale se consolide. La part du pays dans le PNB mondial atteint 11,9 % en 1986 et, avec des actifs nets à l'étranger s'élevant à 18,04 milliards de dollars des États-Unis d'Amérique, le Japon devient le premier pays créateur au monde. Que ce soit dans le domaine des biens de consommation ou dans celui de la prévention de la pollution et des économies d'énergie, ses technologies figurent désormais parmi les plus performantes. De ce fait, la concurrence internationale s'intensifie et les relations avec l'Europe et les États-Unis d'Amérique se compliquent.

Les tensions économiques entre l'archipel et les États-Unis d'Amérique s'accroissent, et le Japon se voit reprocher de plus en plus violemment de « s'être enrichi sur le dos de la science pure ». De telles critiques reposent sur la conviction que le Japon doit son remarquable essor économique à des technologies développées grâce aux connaissances scientifiques accumulées et mises gracieusement à sa disposition par les pays avancés. Le message est clair : ayant profité des corpus de connaissances existants, c'est à son tour de créer des connaissances. Bien qu'on puisse évidemment opposer des arguments à un modèle aussi « linéaire », les milieux industriels eux-mêmes finissent par le reprendre à leur compte, insistant sur la nécessité de mettre au point des technologies au niveau national pour apaiser les polémiques commerciales. Le Japon va ainsi franchir une étape décisive et devenir partie prenante du développement mondial.

Reconnaissant qu'il lui faut contribuer au vivier intellectuel mondial, le Japon commence à renforcer sa propre recherche fondamentale et le débat sur les moyens de stimuler la créativité nationale s'intensifie. La question de l'internationalisation – à la fois de l'économie et de la S & T japonaises – devient prépondérante. L'adoption du slogan « internationalisation

interne » rompt bel et bien avec une démarche qui était, jusqu'alors, essentiellement « externe » et qui consistait pour le Japon à exporter du matériel, de la main-d'œuvre et des capitaux. Il faut que cela change à l'avenir et, à cette fin, il convient de mettre en place un système qui transforme radicalement les schémas existants – une économie dont le moteur est la demande intérieure, une mobilité scientifique qui repose sur l'envoi de chercheurs japonais dans des pôles d'excellence à l'étranger, mais peu sur l'accueil de scientifiques étrangers, et une participation très limitée du Japon à l'élaboration et à la gestion de programmes internationaux. Pour que le pays devienne lui-même un pôle d'excellence et attire des scientifiques de différentes régions du monde, il est essentiel d'améliorer les conditions – financement, ressources humaines, installations, systèmes d'appui – dans lesquelles s'opère la R & D fondamentale au Japon. Le CST préconise donc une stratégie privilégiant trois axes d'action :

- la promotion d'une S & T créative ;
- le développement d'une S & T en phase avec la société ;
- le renforcement des capacités nécessaires pour faire face à une internationalisation croissante.

Par ailleurs, le Conseil définit trois domaines hautement prioritaires pour le développement futur de la S & T : les nouveaux matériaux, la micro-électronique et la biotechnologie. Contrairement à la décennie précédente, où les problèmes liés à la pollution et à l'énergie ont poussé les scientifiques à se concentrer sur la recherche de solutions à visée sociale, la R & D s'emploie dans les années 80 à jeter les bases qui lui permettront de repousser les limites de la connaissance.

L'une des nombreuses mesures prises pour promouvoir la recherche fondamentale est le lancement du programme de recherche exploratoire pour les technologies de pointe (ERATO) en 1981. La nouveauté de ce programme est qu'il accorde des fonds importants à des directeurs de recherche ayant fait la preuve de leur compétence et de leur capacité d'innover, qui peuvent utiliser ces ressources comme bon leur semble et jouissent d'une certaine liberté dans l'organisation de l'équipe de chercheurs japonais et étrangers engagés dans le projet. ERATO contribue au développement des capacités de recherche dans différents secteurs, stimulant ainsi la

mobilité. Dans le même esprit, le programme de recherche de pointe Frontier Research, mis en œuvre par l'Institut de recherche en physique et en chimie (RIKEN) en 1989, offre à de jeunes chercheurs compétents la possibilité de mener « les recherches de leur choix » avec une grande liberté. Lors du Sommet économique de Venise en 1987, le Japon propose de mettre en place le programme Frontière humaine (Human Frontier Science Program – HFSP), dont le but est de promouvoir la recherche fondamentale sur les mécanismes perfectionnés et complexes des organismes vivants. Ce programme international de coopération scientifique, qui vise à mettre les résultats de la recherche à la disposition de l'ensemble de l'humanité, est lancé et financé par le Japon, mais sa structure est internationale : son bureau est implanté à Strasbourg (France) en 1989.

Dans les années 80, la recherche de pointe se développe également grâce à la déréglementation. En 1986, la loi relative à la facilitation des échanges dans la recherche est adoptée en vue de supprimer les obstacles aux interactions entre domaines et secteurs de recherche. Une coopération plus étroite entre les différents domaines scientifiques et entre les différents acteurs – secteur privé, universités et pouvoirs publics – est ainsi encouragée.

Une évaluation du système éducatif national parvient à la conclusion que celui-ci n'est plus à même de développer la créativité et les talents individuels. Bien que l'on reconnaisse que l'éducation du jeune enfant offre de grandes possibilités pour stimuler l'inventivité, il se révèle plus problématique de définir les moyens à mettre en œuvre pour y parvenir efficacement, et la volonté de réforme ne sera pas traduite en mesures concrètes.

Les promesses de la S & T : une vie plus épanouissante (1990-2000)

La chute du mur de Berlin et la fin de la guerre froide, en 1989, accélèrent la mise en place d'un nouvel ordre mondial, bien que la guerre du Golfe de 1990-1991 et les attentats terroristes perpétrés le 11 septembre 2001, contre des édifices américains hautement symboliques, montrent à quel point la stabilité mondiale est un objectif difficile à atteindre. Les problèmes

Nord-Sud s'aggrave et le fossé économique se creuse entre pays développés et pays en développement, accentuant les disparités entre les uns et les autres. Les questions relatives à l'environnement, à la population, aux ressources naturelles et à l'énergie se posent désormais à l'échelle mondiale, contraignant la R & D à sortir du cadre classique de la coopération bilatérale pour passer à des relations complexes de dépendance mutuelle entre les pays.

En quelques décennies seulement, le Japon a su développer son économie au point de représenter désormais plus de 14 % du PNB mondial. Conscients que la S & T offre des moyens de résoudre bien des problèmes de la planète, les Japonais estiment que leur pays doit apporter sa contribution dans ce domaine.

Toutefois, dans les années 90, le Japon lui-même doit faire face à des problèmes économiques. L'industrie manufacturière, qui a joui d'une position dominante pendant des décennies, commence à subir de plein fouet les effets de la concurrence internationale. En quête d'une main-d'œuvre meilleur marché, l'industrie délocalise sa production, faisant du Japon une « coquille creuse ». En 1996, le chiffre d'affaires réalisé par les filiales japonaises à l'étranger dépasse le montant total des exportations du pays. La même année, l'investissement étranger au Japon atteint un sommet, mettant en lumière le développement des activités entrepreneuriales « sans frontières ».

Le taux de chômage augmente progressivement : de 2,1 % en 1990, il passe à 5,1 % en 2003, son plus haut niveau depuis 1953. La longue récession que traverse le pays, les restructurations en cours et le suremploi qui avait caractérisé les décennies d'expansion économique expliquent cette forte augmentation du chômage. Actuellement, ce sont les 15-24 ans qui sont le plus sévèrement touchés : en octobre 2003, le taux de chômage atteint 9,2 % dans cette classe d'âge. Une série de fiascos dans la gestion d'institutions financières entame la crédibilité de celles-ci aux yeux des citoyens japonais. Cette érosion de la confiance, conjuguée à une instabilité sur le front de l'emploi, entraîne une baisse de la demande finale dans des domaines tels que les dépenses de consommation ou l'investissement dans les unités de production, les équipements et le logement.

La récession qui se prolonge contraint les ménages et les entreprises à resserrer les cordons de la bourse. En 1998, le gouvernement présente des mesures économiques globales et des mesures économiques d'urgence pour stimuler la demande à court terme. À moyen terme, le Plan de relance industrielle, mis en place en 1999, a pour ambition d'accroître la productivité des entreprises.

En matière de S & T, l'investissement stagne pendant deux années consécutives (1993-1994), l'investissement public dans ce secteur (en pourcentage du PIB total) ne parvenant pas, au début des années 90, à égaler celui de l'Europe ou des États-Unis d'Amérique. En outre, le manque de flexibilité et de compétitivité du système japonais de R & D devient flagrant.

Ces dernières années, de nombreuses réformes ont été mises en œuvre pour réorganiser le système national de R & D. Ces réformes sont décrites dans la section qui suit.

UN TOURNANT : LA LOI FONDAMENTALE SUR LA SCIENCE ET LA TECHNOLOGIE (1995) Première réforme (1990-1994)

Au milieu des années 80, dans un contexte de récession due à un yen surévalué et aux « frictions technologiques » avec l'Europe et les États-Unis d'Amérique, le Japon commence à internationaliser son infrastructure scientifique et technologique. La création de laboratoires de R & D à l'étranger par des entreprises privées et l'embauche de chercheurs étrangers, toujours plus nombreux dans les entreprises, les universités et les institutions nationales, accentuent cette dynamique, que les pouvoirs publics amplifient encore en créant des bourses pour les étrangers.

En ce qui concerne les activités de recherche, il s'agit non plus de « rattraper » le niveau, mais bien de stimuler une recherche originale et innovante. À la fin des années 80, les documents d'orientation insistent sur la nécessité de promouvoir une recherche créative; dans les années 90, l'objectif avoué est désormais de renforcer la recherche fondamentale.

Dans son *Rapport n° 18 assorti de recommandations*, intitulé *Une politique globale pour la science fondamentale et*

la technologie à l'aube du *xx^e* siècle (1992), le CST assigne à la S & T les objectifs suivants :

- bénéficier à la communauté internationale et à toute l'humanité;
- promouvoir la recherche fondamentale.

La nécessité de promouvoir la recherche fondamentale est affirmée avec force dans la proposition ambitieuse du CST tendant à doubler le budget public consacré à la R & D et à favoriser la création de pôles d'excellence. La création de ces pôles, projet qui se concrétise en 1993, est censée accroître les compétences en matière de recherche fondamentale et améliorer les installations et équipements de façon à conférer aux instituts de recherche nationaux un rayonnement international. La nouvelle politique du gouvernement le conduit à augmenter le budget de R & D pour l'année 2000, mais elle révèle aussi la différence frappante qui existe entre les orientations stratégiques de la recherche en Europe et aux États-Unis d'Amérique et celles qui prévalent au Japon au début des années 90.

Dans les années 80, l'investissement japonais dans la R & D industrielle avait progressé considérablement, alors que l'investissement dans les universités, lui, diminuait notablement du fait des difficultés financières de l'État, de la stagnation de l'investissement public et des restrictions budgétaires. À la fin de la décennie, le manque de moyens budgétaires se fait cruellement sentir : l'obsolescence et la décrépitude du secteur de la recherche empirent, tandis que les universités sont dans un état déplorable. Ces dernières accueillent donc avec satisfaction la recommandation formulée par le CST en 1992, qui plaide en faveur d'un renforcement des sciences fondamentales, promesse d'un renouvellement des installations et des équipements universitaires.

L'éclatement de la « bulle économique » et la récession affectent la politique japonaise de S & T. La récession contraint le gouvernement à augmenter ses investissements et, paradoxalement, la rénovation des universités devient l'un des principaux volets du programme d'investissement dans les équipements collectifs. En 1993, des crédits importants sont injectés dans la R & D grâce au collectif budgétaire adopté dans le cadre des mesures de relance de l'économie.

Deuxième réforme (de 1995 à aujourd'hui)

Pendant la première réforme, il s'est créé un nouvel environnement de recherche dans le cadre des mesures prises pour mettre fin à la récession. À ce stade, cependant, on n'attendait pas nécessairement de la recherche scientifique qu'elle contribue au développement économique, comme cela avait été le cas dans certains grands pays occidentaux. En fait, les installations et équipements de recherche ont été renouvelés, au Japon, dans le cadre de travaux publics, conformément à une orientation générale définie par le CST.

La situation a radicalement changé en 1995. Le collectif budgétaire voté cette année-là a englobé un « budget de frontière économique » destiné à faire face à un yen fort. Ce collectif visait à développer la S & T et les activités liées aux technologies de l'information. Pour atteindre pleinement l'objectif consistant à restructurer les systèmes économiques et à créer de nouvelles industries, on a conçu une politique destinée à soutenir les activités de recherche dans les universités et les instituts de recherche publics. Ce qui importe ici, c'est la volonté de miser sur la recherche, clé des futures technologies industrielles de pointe. D'une simple amélioration de l'environnement de recherche, la réforme des universités et des institutions publiques était devenue un important élément du développement économique du pays.

L'objectif de la politique scientifique et technologique est ainsi passé de la promotion des sciences fondamentales au développement économique, ce qui représente un changement radical d'orientation. Dans certains pays d'Europe et aux États-Unis d'Amérique, cette politique visait déjà principalement à stimuler le développement économique depuis la fin des années 60. Le Japon a adopté ce concept trente ans après l'Ouest.

Parallèlement, des organismes de financement tels que la Société japonaise pour la promotion des sciences, le Groupe japonais pour la recherche-développement et l'Organisme de développement des nouvelles énergies et technologies industrielles ont institué des systèmes concurrentiels d'allocation de fonds. Toute université ou institution de recherche nationale en mesure de produire de futures technologies industrielles peut répondre à l'appel d'offres. L'instauration de ce type

de système a révolutionné le financement des universités. On a ainsi introduit, dans l'infrastructure universitaire, un système de financement multiple, là où les seules sources de financement étaient, auparavant, les subventions globales et le financement de projets par le ministère de l'Éducation. Depuis l'introduction de ce nouveau système, les universités peuvent solliciter des crédits de recherche auprès d'autres ministères et organismes.

Le collectif budgétaire de 1995 a donc modifié la politique traditionnelle de S & T. Cette nouvelle orientation a été consacrée par la loi fondamentale sur la science et la technologie (1995) et par le plan-cadre pour la science et la technologie (1996). Ces deux textes illustrent le besoin urgent qu'ont les chercheurs des universités et des instituts publics de disposer d'un meilleur environnement de recherche. Ils traduisent également les exigences de secteurs en difficulté économique, qui s'étaient tournés vers la recherche publique pour retrouver un dynamisme après l'éclatement de la « bulle » des nouvelles technologies.

Comme l'énonçaient la loi fondamentale et le plan-cadre, le pays attendait de la S & T qu'elle « évite que l'industrie ne se vide, empêche une diminution du dynamisme social et du niveau de vie et crée de nouveaux secteurs ».

Le gouvernement a accru son budget de R & D, qui est passé de 0,6 % du PNB en 1995 à 1 % cinq ans plus tard, ce qui a représenté un investissement de 17 000 milliards de yen entre 1996 et 2000. Ce budget prévoyait 10 000 étudiants postdoctoraux ou assistants de chercheurs, soit deux fois le nombre employé auparavant.

Le deuxième plan-cadre, couvrant la période 2001-2005, a été élaboré en 2001 avec moins d'optimisme, quant à son succès, que pour le précédent. Le déficit japonais avait plus que doublé dans les années 90, passant de 59,1 % à 125,8 % du PIB en 2000; il était donc devenu urgent, pour l'État, de formuler en matière de S & T une politique stratégique globale garantissant une efficacité maximale. Le budget qui en a résulté a été conçu pour se concentrer sur quatre domaines déterminants de la science : sciences de la vie, technologie de l'information, environnement et, enfin, nanotechnologies et science des matériaux. Cela s'est fait parallèlement aux

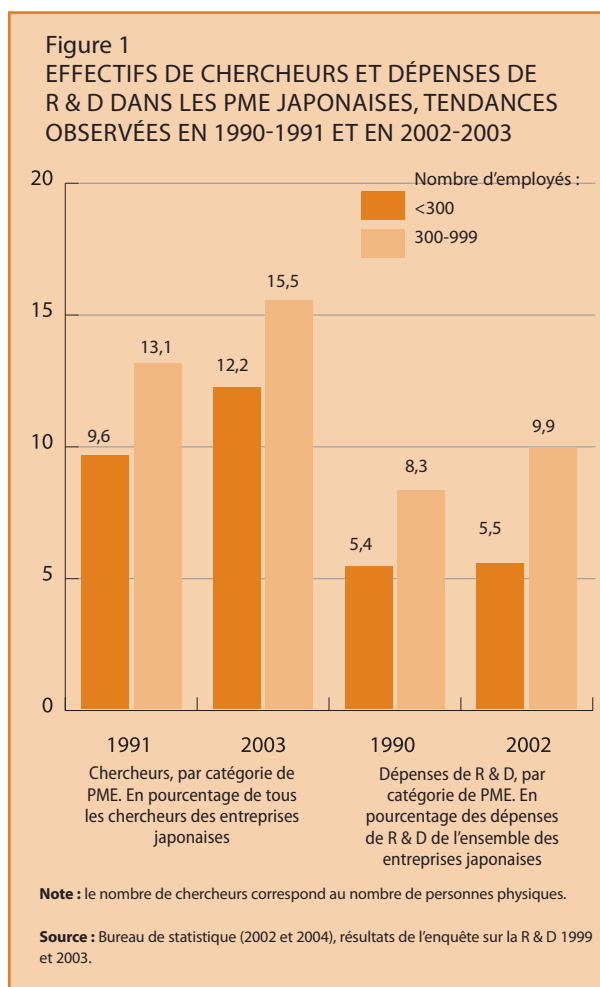
réformes structurelles menées alors dans le domaine de la science et de la technologie et à une internationalisation de ce secteur. Un montant de 24 000 milliards de yen a été alloué pour stimuler à la fois la recherche fondamentale mue par la curiosité scientifique et la recherche appliquée destinée à répondre aux besoins socio-économiques.

La promulgation de la loi fondamentale a marqué un tournant dans la politique de S & T japonaise. On a réorganisé la recherche et engagé une réforme de l'administration dans un climat de récession prolongée, ce qui a modifié le système de S & T. Certains de ces changements seront décrits ci-après.

RELATIONS UNIVERSITÉ-INDUSTRIE

Jusque dans les années 90, les relations entre les universités et l'industrie étaient quasiment inexistantes. En 1983, on ne recensait que 57 projets de recherche communs hébergés par des universités japonaises, avec au total 50 entreprises participantes. À la fin des années 80, ce nombre était passé à 694 projets associant 413 entreprises. En 1995, ce chiffre avait doublé pour atteindre 1 442 projets associant 858 entreprises, avant de quadrupler les six années suivantes. En 2001, on dénombrait 4 190 projets associant 2 151 entreprises. Le nombre d'universités d'accueil était passé de 18 en 1990 à 61 en 2001. La décision prise par le gouvernement, en 1987, de créer des centres de recherche communs dans les universités nationales afin de promouvoir cette collaboration a été en partie responsable de cette croissance exponentielle.

Le rapport intitulé *Basic Guidelines for Activating Science and Technology Activities in the Regions*, établi par le CST en 1995, évoquait la nécessité de nouer, au niveau régional, des liens entre l'université et l'industrie. Plusieurs mesures ont été prises pour favoriser la création de ces liens. S'inspirant de la loi fondamentale sur la science et la technologie, une loi relative à l'emploi des chercheurs nationaux et des professeurs d'université contractuels a été élaborée en 1997. La souplesse qu'autorise cette loi devrait stimuler la mobilité des chercheurs entre les institutions, universités et entreprises du pays. Une autre loi adoptée la même année a assoupli les restrictions imposées aux professeurs d'université s'agissant de l'occupation de postes supplémentaires. Un



INNOVATION DANS LES PME

Dans les petites et moyennes entreprises (PME), les activités de R & D se sont intensifiées après les années 80, époque à laquelle les PME créées pendant la période de forte croissance de l'économie japonaise avaient atteint leur maturité. Stimulées par l'essor du secteur de la haute technologie dans les années 80 et par la nécessité de concurrencer les nouvelles économies industrielles d'Asie, les PME ont dû innover et produire à leur tour des technologies de pointe. Dans les années 90, elles ont activement participé au processus d'innovation en collaborant avec les laboratoires de recherche de technopoles et d'universités. Dans les années 90, principalement vers la fin de la décennie, des « incubateurs » ont également été créés dans l'ensemble du pays; on en recense aujourd'hui 130.

La loi sur l'incitation à la création de nouvelles entreprises (1998) a abouti à la création d'un programme japonais de recherche sur l'innovation dans les petites entreprises, inspiré du modèle SBIR américain.

Ce programme vise à créer de nouvelles industries et de nouveaux emplois, ce à quoi les PME de haute technologie peuvent grandement contribuer. Les PME peuvent désormais prétendre bénéficier de projets contractuels, de subventions et d'incitations fiscales que le gouvernement offrait auparavant surtout aux grandes entreprises. En 2002, six ministères – le ministère de l'Éducation, de la Culture, des Sports, de la Science et de la Technologie (MEXT), le ministère de l'Économie, du Commerce et de l'Industrie (METI), le ministère de la Santé, du Travail et du Bien-être, le ministère de la Gestion publique, des Affaires intérieures, des Postes et Télécommunications, le ministère de l'Agriculture, des Forêts et de la Pêche et, enfin, le ministère de l'Environnement – ont créé 56 subventions spéciales à la recherche pour un montant de 25 milliards de yen qui sera investi dans des PME. D'après le *Report on the Survey of Research and Development* (Résultats de l'enquête sur la R & D), les activités de R & D dans les PME se sont amplifiées pendant les années 90 (figure 1).

RÉGIONALISATION

La période de forte croissance de l'économie japonaise a également été celle du développement des régions, puisque

professeur d'université est aujourd'hui autorisé à superviser le département de recherche d'une entreprise privée tout en conservant son poste à l'université. La loi sur le renforcement des compétences en technologie industrielle (2000) permet à un chercheur public ou à un professeur d'université de siéger au conseil d'administration d'une entreprise qui appliquera la technologie mise au point par ce chercheur.

La loi sur la promotion du transfert de technologie par les universités (1998) encourage vivement le transfert des résultats des recherches de laboratoires universitaires vers le secteur privé. À cet effet, il a été institué, notamment, des bureaux de délivrance de licences technologiques. En 2002, 31 de ces bureaux étaient opérationnels. Entre 2000 et 2002, ils ont traité, au total, 3 663 demandes de brevet.

l'industrie a bâti de nouvelles usines dans tout le pays. Dans les années 80, compte tenu de l'expansion de l'économie des hautes technologies, la prolifération des industries, universités et installations de R & D a favorisé davantage encore la régionalisation.

Au début des années 80, on a fait de la construction de technopoles une stratégie nationale. Une technopole est une tentative pour concentrer l'industrie des hautes technologies dans des régions où industries, universités et collectivités coopéreront au développement de technologies de pointe. Depuis le milieu des années 80, 26 régions ont été désignées comme technopoles. Des installations de R & D y ont été construites, et diverses industries de base implantées.

Initialement, le principal objectif d'une technopole était d'attirer dans une région les installations de R & D de grandes entreprises ou universités, et un certain nombre de mesures ont été prises pour promouvoir ce programme. Des réseaux de R & D se sont constitués à mesure que se développaient les capacités technologiques des industries locales. En 1998, la loi prescrivant la construction de technopoles a été abrogée et ces pôles de haute technologie se sont désormais érigés en bases du développement régional par le biais de l'innovation.

En 1995, pour donner suite à une demande du Premier ministre, le CST a présenté des *Principes de base visant à stimuler les activités scientifiques et technologiques dans les régions*. Depuis l'entrée en vigueur de la loi fondamentale adoptée dans la foulée, les autorités locales sont en mesure de formuler et de mettre en œuvre des politiques visant à promouvoir la R & D au plan régional. Les régions deviennent donc de grandes initiatrices de projets associant l'université, l'industrie et les pouvoirs publics en même temps qu'elles favorisent la R & D menée par des PME.

La nouvelle politique formulée dans le deuxième plan-cadre pour la science et la technologie encourage la création de « pôles régionaux » (*clusters*) qui développeraient des ressources et un potentiel de R & D grâce à la mise en place de réseaux et d'une recherche en collaboration entre les universités régionales et l'industrie. Ces entités régionales comprennent des « pôles de connaissances » aidés par le MEXT et composés essentiellement d'universités et d'institutions

publiques de recherche, ainsi que des « pôles industriels », qui bénéficient du soutien du METI et dont l'objectif est de créer un vaste réseau de ressources humaines à l'appui du développement technologique ainsi qu'un environnement optimal pour l'entrepreneuriat. Le système a été conçu pour favoriser l'interaction entre l'apport technologique initial de l'organisme public de recherche et les besoins économiques des entreprises régionales, entraînant au final l'innovation technologique et le développement de nouveaux secteurs d'activité. En 2003, 71,3 milliards de yen ont été alloués à ces pôles régionaux. Actuellement, 10 pôles de connaissances concernant 12 régions se constituent et 19 projets de pôles industriels sont en cours, ces derniers rassemblant quelque 3 800 PME et 200 universités.

RÉFORME ADMINISTRATIVE

En 1997, le Conseil pour la réforme administrative a décidé de restructurer l'administration publique japonaise. Son rapport final donnait la priorité à la réforme des structures et organes administratifs publics ayant trait à la science et à la technologie. Il était notamment prévu de :

- créer un Conseil de la politique scientifique et technologique (CPST);
- fusionner le ministère de l'Éducation, de la Science, des Sports et de la Culture (Monbusho) avec la STA;
- modifier le statut des universités et laboratoires de recherche nationaux.

Création du CPST

Réorganisé, le CST est devenu le CPST en janvier 2001. Alors que le CST ne s'occupait auparavant que des sciences naturelles, après cette réorganisation il a vu sa sphère d'activité s'étendre à toutes les sciences, y compris sociales et humaines. L'objectif de la réforme était de permettre au nouveau CPST de définir une politique stratégique globale en matière de S & T. Le CPST, qui est indépendant des autres ministères, examine les grandes orientations du budget de la S & T et la répartition des ressources humaines; l'évaluation des principaux programmes nationaux est également de son ressort. Il fait office de « tour de contrôle », dirigeant la mise en œuvre de la politique de S & T

dans ses multiples aspects. C'est un organisme puissant, qui décide de l'ensemble de cette politique au plan national.

Fusion du ministère de l'Éducation et de la STA

Le Monbusho et la STA ont fusionné en janvier 2001 pour former le ministère de l'Éducation, de la Culture, des Sports, de la Science et de la Technologie (MEXT), dont les responsabilités sont doubles : faire en sorte que le pays dispose de ressources humaines créatives et talentueuses, et promouvoir la science, la technologie et la culture de manière intégrée. Le MEXT est chargé d'élaborer un plan détaillé d'exécution de la politique stratégique formulée par le CPST dans les domaines qu'il supervise. Sur le plan institutionnel, le MEXT doit renforcer l'administration de la politique de S & T. Il devait également servir de coordonnateur interministériel, mais ce rôle est désormais essentiellement dévolu au CPST.

D'autres ministères ont également été restructurés à la même époque, dans le cadre du plan gouvernemental visant à réduire de près de 50 % le nombre de ministères, qui a été ramené de 22 à 12 en 2001.

Réforme nationale des laboratoires

En avril 2001, 56 instituts nationaux de recherche ont changé de statut pour devenir des unités de recherche relevant d'institutions autonomes sur le plan administratif. Bien que le contrôle soit désormais exercé par l'organisme de tutelle compétent, cette réforme a facilité l'interaction entre les ministères et agences et confère davantage de flexibilité à la R & D, ce qui était difficile avec le système précédent. La mise en commun des ressources au sein d'une seule structure permet une plus grande concentration des moyens.

Réforme nationale des universités

Les 99 universités nationales du pays ont été réorganisées en avril 2004. Elles ont changé de statut pour devenir des établissements autonomes sur le plan administratif. Trois grandes réformes ont été mises en œuvre pour améliorer leur efficacité. Premièrement, le pouvoir de décision des facultés a été transféré au recteur de chaque université. Désormais, les recteurs seront tenus responsables de la façon dont

sont gérés leurs établissements, d'où la nécessité pour eux de posséder de solides compétences en matière de gestion. Deuxièmement, un système d'évaluation externe a été mis en place. Troisièmement, les personnels n'ont plus le statut de fonctionnaires. Grâce à ces réformes, les universités ont gagné en souplesse et en autonomie pour gérer leurs activités de R & D, tant au plan budgétaire qu'en termes de ressources humaines. Elles sont ainsi devenues des protagonistes essentiels du développement industriel. Il s'agit là d'une véritable révolution dans l'histoire de l'université japonaise, et les réformes se poursuivent d'ailleurs actuellement tout en s'amplifiant.

Dans un document intitulé *Targeted Plan for the Creation of New Markets and Employment*, le METI s'est fixé l'objectif ambitieux de créer dans les trois ans un millier d'entreprises innovantes issues d'universités. Comme on espère que la recherche universitaire et les retombées des travaux des institutions nationales de recherche favoriseront l'émergence de nouvelles branches d'activité et l'emploi en créant de nouveaux concepts et en suscitant de nouvelles percées, les pouvoirs publics estiment vital de stimuler l'entrepreneuriat parmi les chercheurs et les étudiants en encourageant les start-up d'origine universitaire. Ce qui suppose la mise en place de systèmes garantissant l'apport en capital-risque et l'accompagnement des projets, comme les « incubateurs » des campus, pour instaurer un environnement propice à la créativité. Parallèlement, il faut former des ressources humaines capables de concevoir des entreprises qui répondent aux attentes de la société et intègrent les réalités économiques. Le nombre d'entreprises issues du domaine universitaire japonais augmente régulièrement : de 144 en 1998, il est passé à 531 en 2002. L'autonomie dont jouissent désormais les universités nationales sur le plan administratif ne fera qu'accroître cette tendance.

De plus, un nouveau programme sur les Centres d'excellence pour le XXI^e siècle a été lancé en 2002. Son objectif est de concentrer dans une poignée d'universités des financements importants destinés à la recherche. Un montant compris entre 100 et 500 millions de yen sera ainsi accordé pour une période de cinq ans, les fonds étant attribués à des

universités plutôt qu'à des projets. Ce programme compétitif oblige les universités à élaborer une proposition vraiment valable, permettant par là même d'évaluer leur activité et leur conception stratégique de la politique de R & D.

En définitive, les établissements d'enseignement supérieur sont aujourd'hui confrontés à la fois à des changements systémiques et à un problème de survie. Comme on s'attend à ce que la population des jeunes âgés de 18 ans décroisse, passant de 1,51 million actuellement à 1,20 million en 2009, les universités et établissements postsecondaires, nationaux ou privés – on en recense actuellement 1 220 – se trouveront en surnombre. La sévère concurrence qui s'ensuivra pour attirer les étudiants obligera chaque établissement à définir une vision précise de l'avenir, reposant sur une politique et une stratégie qui lui soient propres. Parallèlement, la réforme du secteur de l'enseignement supérieur soumettra le monde de la recherche aux impératifs du management et contraindra de plus en plus les universités à justifier leur gestion.

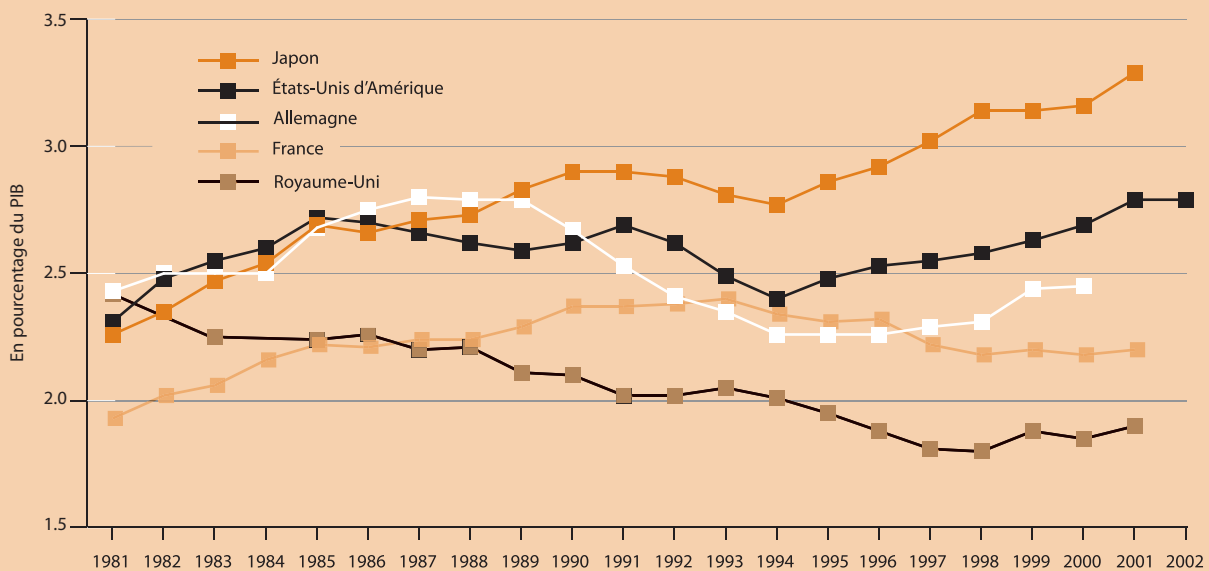
LA S & T AU JAPON : ÉTAT DES LIEUX

Dépenses de R & D

La figure 2 fait apparaître que le taux de croissance du Japon a fortement grimpé au cours de la période 1981-2002, surtout après 1985. Le rapport du CST sur les politiques à long terme de S & T, soumis au Premier ministre en 1984, soulignait que les pouvoirs publics et le secteur privé devaient intensifier leurs efforts pour faire passer les investissements en matière de R & D à 3 % du revenu national dans un avenir immédiat et à 3,5 % sur le long terme, même si le niveau des investissements du Japon en R & D était, à l'époque, comparable à celui des pays d'Europe et d'Amérique du Nord. En 1990, le Japon avait presque atteint l'objectif de 3 % et avait dépassé ses rivaux les plus proches dans ce domaine. Les investissements du secteur privé ont largement contribué aux activités de R & D et ont même triplé entre 1981 et 2001.

Au cours de la première moitié des années 90, tous les pays ont accusé un recul de la dépense intérieure brute de R & D

Figure 2
DÉPENSES DE R & D AU JAPON ET DANS QUATRE PAYS, 1981-2002
En pourcentage du PIB



Source : NISTEP (2004), *Science and Technology Indicators*.

(DIRD) exprimée en pourcentage du PNB, mais au Japon et aux États-Unis d'Amérique un redressement de tendance s'est opéré dès 1995. À partir de 1987, le Japon a enregistré le taux le plus élevé de l'ensemble des cinq pays présentés dans la figure 2.

Malgré la stagnation du PNB japonais et une chute des investissements de l'industrie en R & D, le ratio DIRD/PNB a continué à augmenter à partir de 1995; en 2001, il était passé à 3,29 %, soit le niveau le plus élevé jamais atteint par le Japon.

Le tableau 1 présente la part de chaque secteur dans les dépenses de R & D et dans l'exécution de la R & D. Le pourcentage des dépenses de R & D provenant de sources publiques peut varier d'un pays à l'autre, compte tenu des différences touchant, par exemple, la recherche liée à la défense, la structure du système fiscal ou les activités du secteur privé. Le tableau 1 fait apparaître que, des cinq pays étudiés, le Japon est celui où la part de l'État dans le financement de la R & D est la plus faible, s'établissant à 21 % seulement. La participation de l'industrie au financement de la R & D est

importante pour les cinq pays considérés, mais le Japon, les États-Unis d'Amérique et l'Allemagne viennent nettement en tête puisque cette part y représente près de 70 %.

En termes tant d'exécution que de financement, l'industrie compte pour les deux tiers, voire davantage, de l'effort total de R & D dans les cinq pays sélectionnés, ce qui fait de ce secteur le moteur de la R & D. C'est en France que le secteur public représente la part la plus importante de la R & D (18,1 %), puis en Allemagne (13,4 %) et aux États-Unis d'Amérique (11 %). Alors que, en termes de financement et d'exécution, la participation de l'État est la plus faible au Japon, la contribution des universités et établissements d'enseignement supérieur japonais arrive au 1^{er} rang des cinq pays pour le financement et au 2^e rang (après le Royaume-Uni) pour l'exécution.

Évolution des effectifs de chercheurs

En 2002, le Japon comptait 756 336 chercheurs, ce chiffre reflétant une progression constante sur les vingt dernières années, puisque les effectifs ont presque doublé entre 1981

Tableau 1
RÉPARTITION DE LA R & D AU JAPON ET DANS QUATRE PAYS, 1999-2001
Sources de financement et exécution (%)

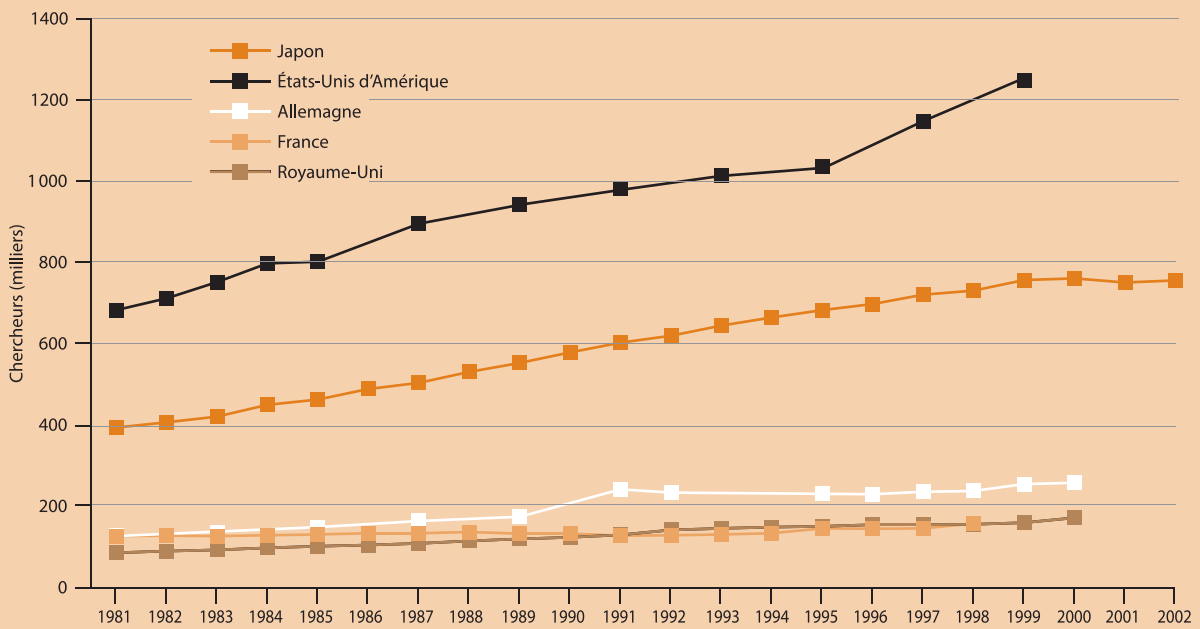
Source de financement					
	État	Universités et établissements d'enseignement supérieur	Industrie	Institutions de recherche privées ou à but non lucratif	Étranger
Japon (2001)	21,0	9,0	68,9	0,7	0,4
États-Unis d'Amérique (2002)	28,6	2,6	66,3	2,5	–
Allemagne (2000)	32,0	–	65,5	0,4	2,1
Royaume-Uni (2001)	30,2	0,9	46,2	4,7	18,0
France (1999)	36,9	1,0	54,1	0,9	7,0

Exécution					
	État	Universités et établissements d'enseignement supérieur	Industrie	Institutions de recherche privées ou à but non lucratif	Étranger
Japon (2001)	9,0	19,6	69,3	2,2	–
États-Unis d'Amérique (2002)	11,0	12,9	72,3	3,9	–
Allemagne (2000)	13,4	16,1	70,5	–	–
Royaume-Uni (2001)	9,7	21,4	67,4	1,4	–
France (1999)	18,1	17,2	63,2	1,5	–

Sources : Bureau de statistique (Tokyo), *Résultats de l'enquête sur la R & D*; MEXT (2003b), *Livre blanc sur la science et la technologie 2003*; NSF, *Schémas nationaux de répartition des ressources de R & D*; Faktenbericht Forschung; OCDE, *Statistiques de base de la science et de la technologie*; National Statistics Bureau (Londres), *Gross Domestic Expenditure on Research and Development*.

FIGURE 3
NOMBRE DE CHERCHEURS AU JAPON, 1981-2002

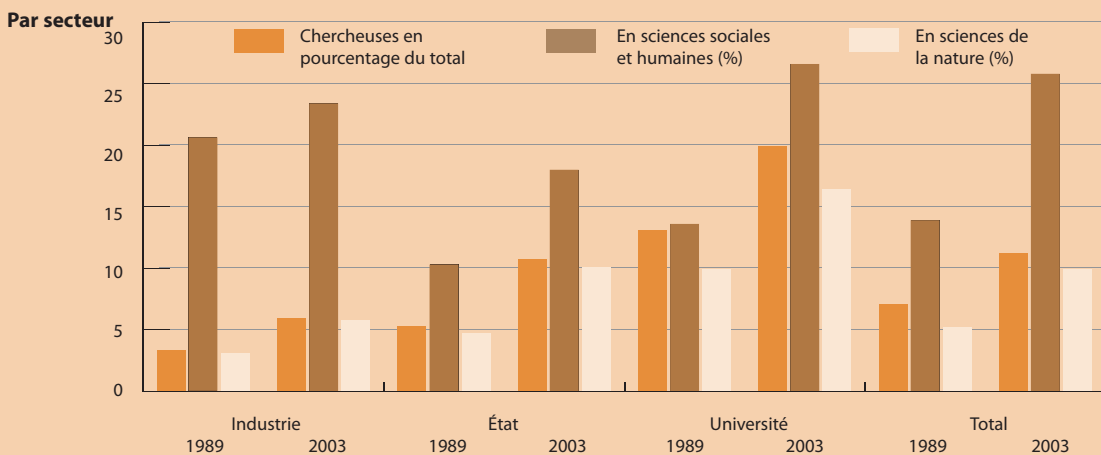
Les autres pays sont mentionnés à des fins de comparaison



Note : pour le Japon, le nombre de chercheurs correspond à un nombre de personnes physiques ; les chiffres des autres pays correspondent au nombre d'équivalents d'emplois à plein temps.

Source : NISTEP (2004), *Science and Technology Indicators*.

Figure 4
POURCENTAGE DE CHERCHEUSES PAR SECTEUR AU JAPON, 1989 ET 2003



Source : Bureau de statistique (1989, 2003), *Résultats de l'enquête sur la R & D* (publication annuelle).

Tableau 2
NOMBRE DE CHERCHEURS PAR RAPPORT À LA POPULATION TOTALE ET À LA POPULATION ACTIVE AU JAPON ET DANS QUATRE PAYS, 1998-2002

	Pour 10 000 habitants	Pour 10 000 actifs
Japon (2002)	53,1	100,8
États-Unis d'Amérique (2000)	45,2	89,6
Allemagne (2000)	31,4	64,3
Royaume-Uni (2000)	26,6	54,6
France (1998)	28,4	64,8

Sources : Bureau de statistique, *Résultats de l'enquête sur la R & D* (publication annuelle) ; *Chiffres estimatifs de la population* ; MEXT (2003b), *Livre blanc sur la science et la technologie 2003* ; OCDE, *Principaux Indicateurs de la science et de la technologie*

et 2002 (figure 3). Durant cette période, le nombre de chercheuses a augmenté à un rythme plus rapide que celui de leurs homologues masculins. Les chercheuses représentaient 11,2 % (88 674) de l'ensemble des effectifs en 2003, contre 7,1 % (38 000) en 1989 (figure 4); elles se trouvent principalement dans le secteur universitaire.

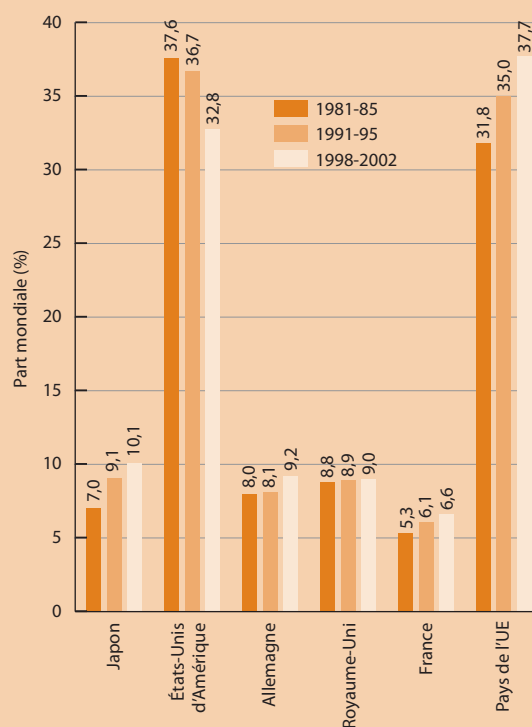
Aujourd'hui, le Japon compte la proportion la plus importante de chercheurs pour 10 000 habitants, par rapport tant à la population totale qu'à la population active, parmi les cinq pays faisant l'objet de la comparaison (tableau 2). Quelque 56,9 % d'entre eux travaillent dans l'industrie, 4,5 % dans des instituts de recherche publics, 37,1 % dans des universités et établissements d'enseignement supérieur et 1,5 % dans des instituts de recherche privés (MEXT, 2003b).

Malgré l'augmentation du nombre de chercheurs, le Japon devra tôt ou tard faire face à un sérieux déficit. Si l'on veut améliorer la recherche fondamentale, il est essentiel de disposer de chercheurs qualifiés. Or, puisqu'on sait que la population âgée de 18 ans sera moins nombreuse à l'avenir (les estimations montrent que le nombre de jeunes diminuera plus fortement au Japon qu'aux États-Unis d'Amérique et en Europe), il est certain que le nombre de bacheliers qui choisiront les filières S & T dans l'enseignement supérieur diminuera lui aussi.

Pour attirer des candidats, il est essentiel d'améliorer les conditions de travail et l'environnement de recherche.

Les mesures que prend l'État pour produire des chercheurs de haute qualité consistent notamment à introduire plus de flexibilité dans les affectations, à accroître la mobilité entre les secteurs et à cultiver l'excellence des cadres de recherche. On s'efforce également de proposer aux femmes, aux personnes âgées et aux étrangers des possibilités d'emploi et de meilleures conditions de travail. Il importera également d'améliorer l'image de la S & T afin de maintenir l'intérêt des jeunes pour cette filière. L'enthousiasme suscité par le plaisir de la découverte scientifique est difficile à transmettre d'une génération à l'autre. Concevoir un curriculum propre à stimuler un tel enthousiasme est donc l'un des défis que doit relever d'urgence le système éducatif japonais.

Figure 5
ÉVOLUTION DU VOLUME DES PUBLICATIONS SCIENTIFIQUES AU JAPON ET DANS DIFFÉRENTS PAYS, 1981-2002



Source : NISTEP (2004), *Science and Technology Indicators*, à partir des données du *National Science Indicators 1981-2002* (Deluxe version) rassemblées par l'Institute for Scientific Information.

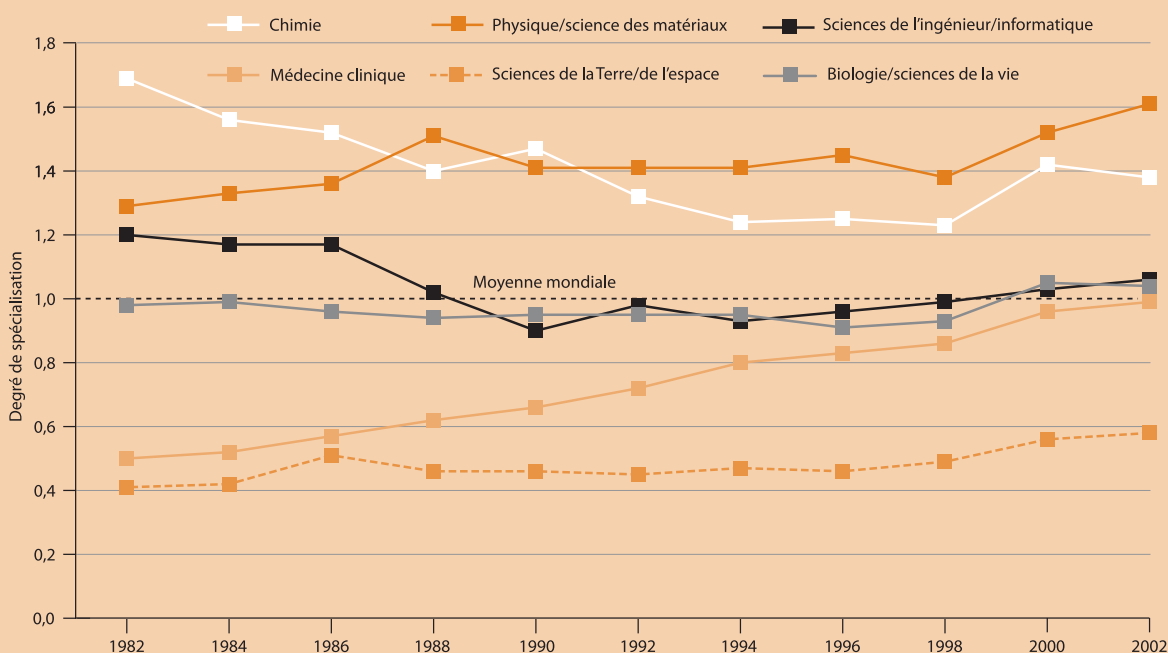
Publications scientifiques

Les publications offrent un moyen simple de mesurer approximativement la qualité des travaux produits par un pays. Au plan mondial, le nombre de publications mentionnées dans les principales revues scientifiques et retrouvées dans la base de données connue sous le nom de *Science Citation Index* a augmenté de 160 % pendant la période comprise entre 1981-1985 et 1998-2002 (figure 5). Les États-Unis d'Amérique sont aujourd'hui le producteur d'articles scientifiques le plus prolifique puisqu'ils représentent 32,8 % du total mondial, suivis par le Japon, l'Allemagne, le Royaume-Uni et la France. (Si l'on se base sur les articles publiés dans les revues les plus répandues, la part représentée par l'ensemble des pays de l'Union européenne dans les publications mondiales dépasse celle des États-Unis d'Amérique.) La part de chacun des pays énumérés à la figure 5 – à l'exception des États-Unis d'Amérique – dans le total mondial a augmenté pendant la période considérée.

Le Japon a enregistré le taux de croissance le plus rapide (61,1 %), passant du 4^e rang pour la production d'articles scientifiques en 1981 au 2^e en 1992. Cependant, si sa part du total a bien augmenté, le nombre d'articles publiés par chercheur n'était que 0,09 en 1998, soit le chiffre le plus faible relevé parmi les cinq principaux pays. Pour les quatre autres, il était de 0,39 article par chercheur pour le Royaume-Uni, de 0,27 pour la France et 0,22 pour les États-Unis d'Amérique et l'Allemagne, soit 2,4 à 4 fois plus que le Japon.

Un indicateur de profil est utilisé pour étudier les schémas de spécialisation de la science au Japon par rapport aux tendances mondiales. La part d'une publication japonaise dans un domaine donné, calculée en pourcentage du total des publications nationales, est divisée par le nombre de publications mondiales dans ce domaine, exprimé en pourcentage du total mondial des publications. Si l'indice obtenu est égal à 1, la tendance du pays dans ce domaine

Figure 6
PROFIL DE LA SCIENCE ET DE L'INGÉNIERIE AU JAPON, 1982-2002



Source : NISTEP (2004), *Science and Technology Indicators*, à partir des données du *National Science Indicators 1981-2002* (Deluxe version) rassemblées par l'Institute for Scientific Information.

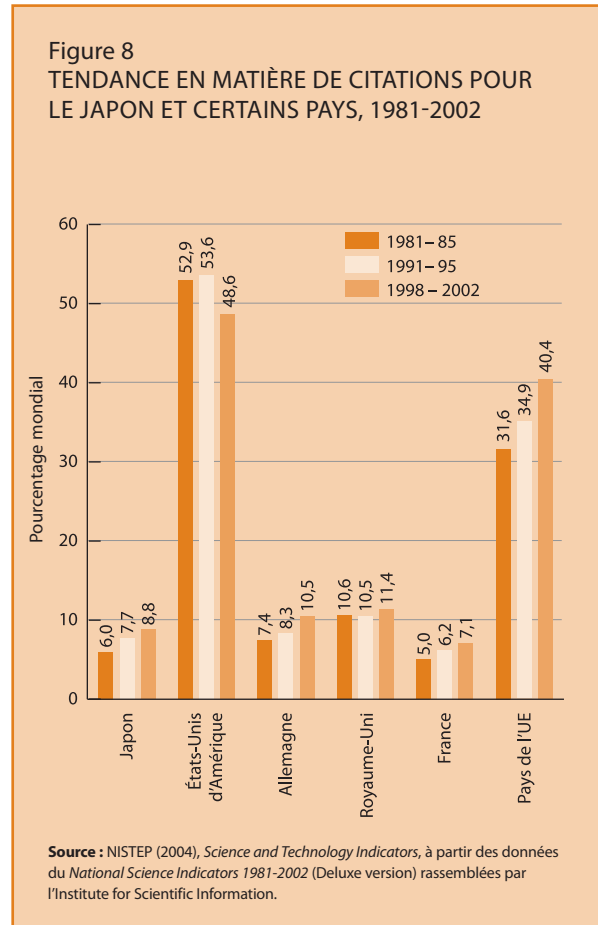
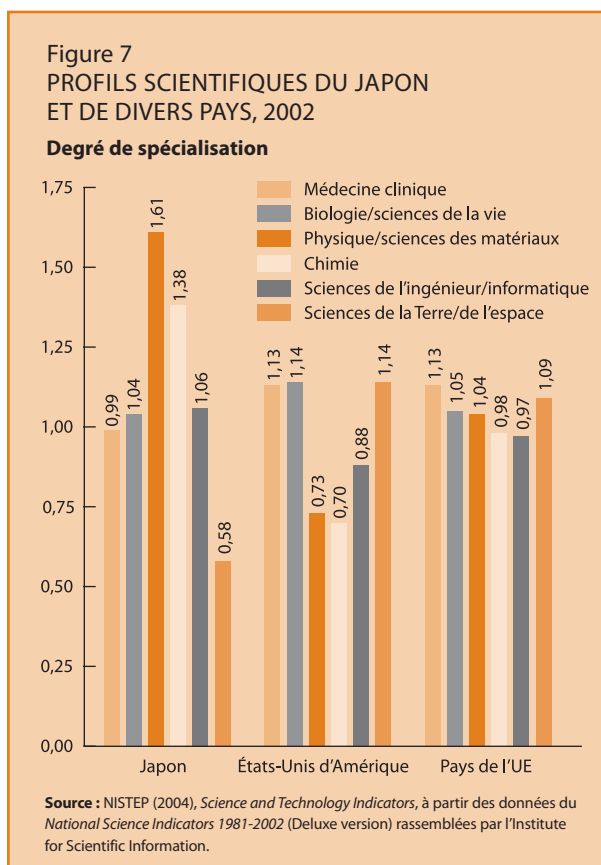
est quasiment identique à la tendance mondiale moyenne dans le domaine en question. Si la valeur de l'indicateur est supérieure à 1, le pays est plus orienté vers ce domaine que la moyenne mondiale. Les principales compétences d'un pays et son orientation sur la durée peuvent ainsi être mesurées, ce qui permet de dégager son profil scientifique (figure 6).

Au Japon, la science est fortement orientée vers la chimie et la physique/sciences des matériaux. L'intérêt pour la chimie a toutefois connu quelques fluctuations ces dernières années, même si en 2002 le pays effectuait encore plus de recherche en chimie que la moyenne mondiale (1,38). En revanche, l'orientation marquée vers la physique/sciences des matériaux a toujours été une constante, l'indice de profil restant aux alentours de 1,4 à 1,5 tout au long de la période considérée. Malgré les efforts accomplis pour améliorer les performances en médecine clinique, le Japon n'avait pas encore atteint la moyenne mondiale en 2002. Les sciences de la Terre/

de l'espace étaient, et restent encore aujourd'hui, le point faible du pays. La figure 7 compare le profil scientifique du Japon à celui des États-Unis d'Amérique et de l'Union européenne. Les États-Unis d'Amérique sont à l'opposé du Japon : fortement orientés vers la recherche en sciences de la vie et en sciences de la Terre/de l'espace, ils accordent une faible priorité à la physique et aux sciences des matériaux ainsi qu'à la chimie. Pour sa part, l'Union européenne maintient l'équilibre dans ces six domaines scientifiques.

Citations dans les revues scientifiques

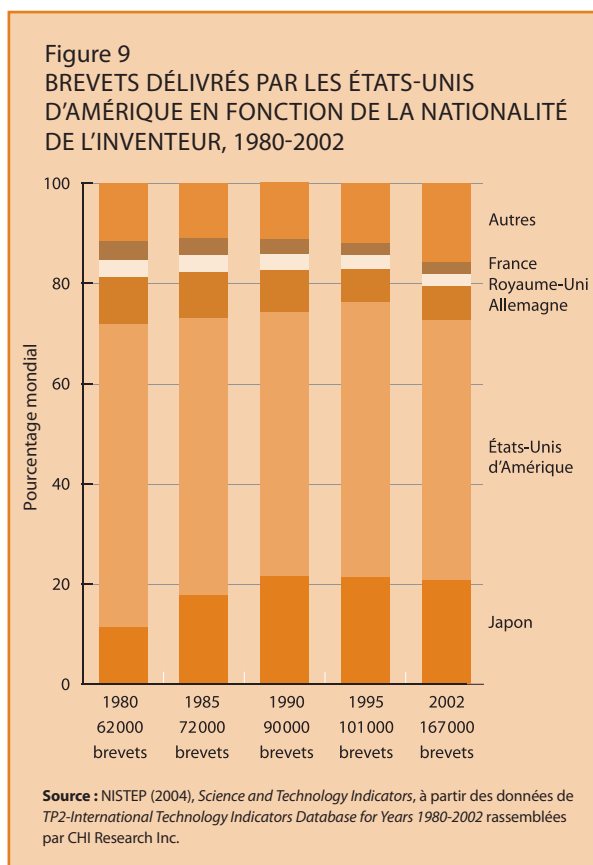
Le taux de citation permet de mesurer approximativement l'impact des articles publiés dans un pays sur la communauté scientifique mondiale. Environ la moitié des citations mondiales proviennent de publications parues aux États-Unis



d'Amérique (figure 8). Même si la part de ce pays a légèrement baissé entre 1981 et 2002, l'impact des travaux scientifiques des États-Unis d'Amérique est indiscutable. Le pays le plus cité ensuite est le Royaume-Uni, suivi par l'Allemagne, le Japon et la France. La part représentée par les articles japonais dans les citations est passée de 6 % entre 1981 et 1985 à 8,8 % entre 1998 et 2002 (figure 8), la part de ses publications étant aussi dans le volume mondial (10,1 %) la plus élevée, au cours de cette dernière période (figure 5). Le ratio entre les deux est de 0,87 pour 1, soit un nombre de citations relativement inférieur au volume de publications produites. Les publications japonaises ont donc un impact moindre que ne pourrait le laisser penser la productivité du pays. Au plan international, le taux de citation par article peut également être comparé à l'aide du *Relative Citation Index* (RCI), qui divise le nombre de citations par article d'un pays donné par le nombre de citations par article dans le monde. Pendant la période écoulée entre 1998 et 2002, le RCI du Japon était de 0,88, contre 1,48 pour les États-Unis d'Amérique, 1,27 pour le Royaume-Uni, 1,14 pour l'Allemagne et 1,07 pour la France. Le Japon a donc un RCI inférieur à la moyenne mondiale (1) et le plus faible des cinq pays étudiés. Son indice n'a guère changé depuis 1981 (0,86), tendance qui contraste avec l'augmentation régulière enregistrée dans les quatre autres pays pendant la même période.

Brevets

Les brevets constituent un moyen de mesurer approximativement l'innovation et la capacité technologique d'un pays. Des inventeurs du monde entier déposent des demandes de brevet à l'Office américain des brevets (US Patent and Trademark Office – USPTO). Le Japon a obtenu 20,9 % de tous ceux délivrés par l'USPTO en 2002, devant l'Allemagne (6,8 %), la France (2,4 %) et le Royaume-Uni (2,3 %) (figure 9). Alors que les autres pays conservaient une part relativement stable des brevets délivrés par les États-Unis d'Amérique, celle du Japon a presque doublé entre 1980 et 2002. D'après l'USPTO, sur les 10 premiers établissements auxquels ont été accordés des brevets américains entre 1969 et 1997, 3 étaient des entreprises japonaises – Hitachi, Canon et Toshiba. En 1997, sur les 10 plus grands établissements à recevoir des brevets des États-



Unis d'Amérique, 7 étaient des entreprises japonaises. Environ 6 895 brevets ont été délivrés à ces sept firmes cette année-là. D'après une analyse de la Fondation nationale pour la science des États-Unis d'Amérique (National Science Foundation), la majeure partie des brevets américains accordés au Japon l'ont été pour des appareils de stockage d'information-mémoire, ainsi que dans les domaines de la reproduction, de la vidéo, des composants électroniques et de l'optique.

La Fédération des organisations économiques du Japon a mené une étude sur la compétitivité des principaux produits et technologies d'une entreprise en ayant recours à l'auto-évaluation. Il en ressort que les appareils ménagers électriques, les métaux non ferreux, les semi-conducteurs et la technologie alimentaire sont des produits et technologies prometteurs, et que les entreprises qui travaillent dans ces domaines pensent conserver ou améliorer leur compétitivité à l'avenir. Au contraire, dans l'industrie du papier et de la pâte à papier, des

logiciels, en ingénierie et dans l'industrie pharmaceutique, la compétitivité est faible et risque de continuer de stagner à l'avenir. En se fondant sur ces résultats, la Fédération a publié en 1998 une proposition intitulée *Élaboration d'une politique stratégique de technologie industrielle* soulignant la nécessité de définir un plan stratégique en faveur de nouvelles technologies industrielles.

Afin de promouvoir la R & D dans les entreprises privées, des incitations fiscales aux investissements dans cette branche ont été instaurées, ainsi que diverses mesures de soutien à la R & D dans les PME et les entreprises innovantes.

PERSPECTIVES D'AVENIR

Selon l'Organisation mondiale de la santé (OMS, 2000), en l'an 2000, l'espérance de vie des Japonais avait augmenté, au point que le Japonais moyen pouvait espérer vivre plus longtemps et jouir d'une meilleure santé que les citoyens de 191 autres pays. L'OMS estime qu'en 2020 31 % de la population japonaise aura plus de 60 ans. Ce pourcentage élevé placera le Japon en tête des pays ayant la population la plus âgée, devant l'Italie, la Grèce et la Suisse.

Le problème posé par le vieillissement de la population est accentué par le fait que le Japon détient également le troisième taux de natalité le plus faible du monde : celui-ci était de 1,32 en 2002, soit le taux le plus bas depuis 1920. La baisse de la population retentira sur la population active (les personnes âgées de 15 à 65 ans) qui, de 86 millions en 2000, devrait, selon les estimations, tomber à 55 millions en 2050. L'accroissement du nombre de personnes âgées entraînera une augmentation non seulement des prestations de sécurité sociale, mais également de la charge qu'elles représentent pour la génération actuelle, qui sera appelée à cotiser davantage. Pour cette génération, s'occuper de ses aînés sera une contrainte supplémentaire. Faire face à la nouvelle donne démographique est un impératif national prioritaire, une tâche qui nécessitera la mise en place d'un système de S & T capable d'apporter des solutions adaptées à un nouveau mode de vie. Une hausse de l'investissement ne peut pas compenser la diminution de la population active, seule une forte augmentation de la productivité est à même de

le faire. Si l'on veut pallier la baisse de la population active, qui diminuera de 40 % d'ici à 2050, la productivité devra être multipliée par 1,6. Seule l'innovation technologique permettra d'atteindre cet objectif. Il sera donc indispensable de développer des technologies révolutionnaires, n'ayant rien en commun avec celles que produisent les concepts, méthodes ou procédés classiques.

Afin d'être en mesure de répondre aux besoins, il faut exploiter tout le potentiel de la population active en créant un milieu professionnel attractif pour les femmes et adapté aussi bien aux handicapés qu'aux personnes âgées. La S & T sera nécessaire à la création d'un tel environnement. Par exemple, les technologies de l'information qui sont mises au point actuellement libéreront les employés des contraintes des horaires fixes et du travail sur site, et offriront aussi d'autres formes de flexibilité. La S & T permettra également d'améliorer la résistance physique et la faculté de jugement des personnes âgées, qui seront amenées à travailler dans les secteurs de la production, de la construction ou d'activités connexes. Les personnes âgées et les handicapés devront avoir la possibilité de se déplacer sans difficulté et de participer aux activités économiques et sociales. Pour cela, l'aménagement des villes devra tenir compte de leur sécurité et éliminer les obstacles tels les escaliers, les marches et les passerelles. Les distributeurs de billets, par exemple, devront être accessibles. Les technologies qui contribuent à la création d'un environnement plus convivial pour les personnes souffrant d'un handicap physique – une canne équipée d'un capteur qui indiquerait aux feux de signalisation de rester rouges jusqu'à ce que la personne munie de la canne ait traversé, par exemple – sont de plus en plus demandées.

Une augmentation de l'immigration pourrait également être une solution à la baisse de la population. Le nombre de résidents étrangers immatriculés au Japon a plus que doublé au cours des trente dernières années, passant de 710 000, soit 0,58 % de la population totale, en 1970 à 1,85 million (ou 1,45 %) en 2002. Le Japon est néanmoins l'un des pays développés où le nombre d'habitants nés à l'étranger est le plus faible. La mobilité des étrangers devrait avoir, au cours des prochaines années, une incidence considérable sur la population du Japon, car ils représenteront un nombre important d'actifs

potentiels. Les universités et instituts de recherche du pays comptent de plus en plus de chercheurs étrangers. En 2001, la recherche a attiré au Japon 30 067 personnes (y compris pour des séjours de courte durée). Ce chiffre n'a néanmoins rien de comparable avec le nombre des départs enregistrés la même année : 103 204 personnes ont quitté le Japon avec pour objectif affiché « la recherche et l'étude scientifiques ». La mobilité internationale continue peut-être de progresser, mais, en ce qui concerne le Japon, elle a démarré à un niveau relativement bas.

Le niveau de participation aux projets internationaux de collaboration traduit également cette tendance. Si le nombre d'articles écrits en collaboration avec des chercheurs d'autres pays a augmenté, leur part dans le volume total des publications reste néanmoins plus faible au Japon que dans d'autres pays développés. Selon l'Institut national de politique scientifique et technologique, 20 % des publications scientifiques au Japon résultent d'une collaboration internationale, une hausse importante par rapport à 1981, où leur part était de 5 %. Cependant, par rapport aux grands pays occidentaux, où le pourcentage moyen en 2001 était de l'ordre de 37 %, la place du Japon dans les activités scientifiques internationales demeure relativement modeste.

Les résultats d'une enquête d'opinion sur la S & T publiés en 1993 puis en 2000 dans le *Livre blanc sur la science et la technologie* ont montré que, tout en reconnaissant que la S & T peut améliorer la qualité de vie, les gens sont convaincus qu'elle devrait être employée à combattre les aspects négatifs du développement, tels les problèmes mondiaux liés à l'environnement, la crise de l'ESB (ou maladie de la vache folle) dans les années 90, ou encore les questions éthiques soulevées par la recherche sur le génome. L'omniprésence de la S & T dans la société moderne soulève de nombreuses interrogations. Il est important que la S & T fasse partie de la vie des gens, mais les sentiments d'insécurité et de peur qu'elle suscite doivent disparaître si l'on veut faire renaître la confiance. Sensibiliser les scientifiques et les ingénieurs à la dimension sociale et à la question de la responsabilité, poser des principes éthiques clairs, mettre en œuvre une gestion des risques et de la sécurité, formuler des avis scientifiques

appropriés, adopter des réglementations visant à une réduction des risques et informer l'opinion publique des activités de S & T sont autant de mesures qui vont dans le bon sens.

Poussées par la mondialisation et la révolution des technologies de l'information, les entreprises continueront d'élargir leurs champs d'activité et opéreront dans un contexte inévitablement de plus en plus concurrentiel. Parallèlement, le caractère d'urgence des problèmes environnementaux et socio-économiques impose la mise en place d'un nouveau système d'innovation faisant intervenir tous les acteurs de la science. Le gouvernement japonais est conscient du rôle qui lui incombe dans la construction d'une société moderne et responsable, capable de s'adapter aux changements à venir. Il sait aussi que le système actuel, en place depuis la Seconde Guerre mondiale, est délabré et doit faire l'objet d'une remise à plat, qui permettra d'éliminer les éléments obsolètes et d'en réformer ou d'en restructurer d'autres. N'ignorant pas que l'innovation est un facteur essentiel du développement socio-économique et que les demandes de la société doivent être formulées de manière claire afin que les ressources humaines, financières et autres soient correctement allouées, il a entrepris une réforme en profondeur des structures de S & T afin de créer un système plus flexible, plus ouvert et plus compétitif, basé sur une approche stratégique et prospective de la politique scientifique et technologique.

Depuis la fin des années 90, le Japon a mené à bien différentes réformes administratives et restructuré son système de S & T. Avec le deuxième plan-cadre pour la science et la technologie, il a amorcé un changement radical d'orientation, la thématique retenue n'étant plus « science, technologie et société », mais « la science et la technologie au service de la société ».

La mise en place d'un système de S & T adapté au XXI^e siècle se poursuit. Porteuse de solutions qui contribueront à revitaliser l'industrie et à stimuler la concurrence, la S & T peut aider aussi à construire une société dynamique qui sache s'appuyer sur une population vieillissante, à résoudre des questions d'importance mondiale, à améliorer le niveau de santé et à garantir la sécurité de la population. Les réformes en cours dans le pays sont à la fois un défi et une occasion de rénover de fond en comble le système de S & T national.

RÉFÉRENCES ET LECTURES COMPLÉMENTAIRES

- Amano, I. 2001. *Future of the University Reform : From Copy to Creation*. Tokyo, Université, Tamagawa.
- Bureau de statistique. 2000. *Rapport sur l'enquête de 1999 sur la recherche-développement*, Tokyo. (En japonais.)
- . 2004. *Rapport sur l'enquête de 2003 sur la recherche-développement*. Tokyo. (En japonais.)
- Commission on the History of Science & Technology Policy. 1991. *Historical Review of Japanese Science and Technology Policy*. Tokyo, CHSTP.
- Conseil pour la politique scientifique et technologique. 2001. *Stratégie de promotion de la science par discipline sur la base du Plan fondamental pour la science et la technologie*. Tokyo, CSTP. (En japonais.)
- Gouvernement japonais. 1995. *The Basic law on Science and Technology*. 15 novembre.
- . 1996. *The Basic Plan on Science and Technology I (1996-2000)*. 2 juillet.
- . 2001. *The Basic Plan on Science and Technology II (2001-2005)*. 30 mars.
- . 2003. *Rapport sur la Politique Scientifique et Technologique*. (En japonais.)
- Harayama, Y. 2003. *Intermediaries in University-Industry Cooperation : Current Situation and Issues Concerning TLOs and Incubators*. Tokyo, Stanford Japan Center.
- Hirasawa, R.; Cho, H. H. 1998. Changes in Japanese Government Policies to Be a Front-runner in Science and Technology. *Science and Public Policy*, 25 (1), pp. 47-54.
- Hiroshige, T. 1973. *Histoire sociale de la science : le système scientifique dans le Japon moderne*. Tokyo, Chuokoronsha. (En japonais.)
- Ijichi, T. 2000. Conflits d'intérêts dans les interactions entre université et industrie : analyse fondée sur les données relatives aux brevets et leur gestion dans plusieurs pays, *Science de l'organisation*, 34, pp. 54-75. (En japonais.)
- . 2004. Système d'évaluation de la recherche. Théories et pratiques. Dans : A. Yamanori et K. Shimizu (dir. publ.), *Série d'études sur les problèmes de l'enseignement supérieur au XXI^e siècle, volume 2: Le développement de l'évaluation à l'université*. Tokyo, Toshindo. (En japonais.)
- Institut national des politiques scientifiques et technologiques. 2000; 2004. *Indicateurs scientifiques et technologiques*. Tokyo, NISTEP. (En japonais.)
- . 2001. *Enquête sur les activités de recherche des entreprises privées en 2000*. Tokyo, NISTEP. (En japonais.)
- . 2003. *Les Relations entre l'université et l'industrie 1983-2001*. Tokyo, NISTEP. (En japonais.)
- Itoh, S. 1978. *Aux origines de la science moderne*. Tokyo, Chuokoron. (En japonais.)
- Kobayashi, S. 1998a. L'Évolution du système de production de savoir et la politique scientifique. *Bulletin de l'institut d'enseignement supérieur*, 16, pp. 52-62. (En japonais.)
- . 1998b. La Nouvelle Scène de la relation entre université et industrie. *Bulletin de l'institut d'enseignement supérieur*, 16, pp. 106-118. (En japonais.)
- Kobayashi, S.; Okubo, Y. 2004. Demand Articulation, a Key Factor in the Reconfiguration of the Present Japanese Science and Technology System. *Science and Public Policy*, 31 (1), pp. 55-67.
- Ministère de l'Éducation, de la Culture, des Sports, de la Science et de la Technologie. 2003a. *White Paper on Science and Technology 2002 : Toward the Creation of a Knowledge-based Society and Economy for the New Era*. Tokyo, MEXT.
- . 2003b. *White Paper on Science and Technology 2003 : Science and Technology talents required for the new era*. Tokyo, MEXT.
- Ministère de la Justice. 2003. *Statistiques 2002 sur l'immigration*. Tokyo, ministère de la Justice. (En japonais.)
- Miquel, J. F.; Okubo, Y. 1994. The Structure of International Collaboration in Science, Part II : Comparisons of Profiles in Countries Using a Link Indicator. *Scientometrics*, 29 (2), pp. 271-297.
- Murakami, Y. 1977. *L'Évolution de la science moderne au Japon*. Tokyo, Sanseido. (En japonais.)
- Nakayama, S. 1993. *La Philosophie des sciences dans le Japon moderne*. Tokyo, Kodansha. (En japonais.)
- Niwa, F.; Tomizawa, H. 1996. A Trial of General Indicators of Science and Technology: Methodological Study of Overall Estimation of National S & T Activity. *Scientometrics*, 37 (2), pp. 245-265.
- Okubo, Y. 1997. *Science et technologie : le mariage japonais*. Paris, Éditions ESKA.
- Organisation mondiale de la santé. 2000. *New Healthy Life. Expectancy Rankings : Japan Number One in New « Healthy Life » System*. Communiqué de presse de l'OMS du 4 juin 2000.
- Osaki, H. 1999. *La Réforme de l'université 1945-1999*. Tokyo, Yuhikaku. (En japonais.)
- Science and Technology Agency. 2001. *White Paper on Science and Technology 2000 : Towards the 21st Century*. Tokyo, STA.

Yoshiko Okubo est attachée de recherche au Laboratoire stratégie et technologie de l'École centrale de Paris (France). Elle est également chercheuse associée au Centre pour la technologie et la société de l'Institut national des sciences et technologies industrielles avancées (Tokyo). Titulaire d'un doctorat science, technologie et société du Conservatoire des arts et métiers (Paris), elle a travaillé comme consultante à l'OCDE pendant cinq ans et a dix années d'expérience des études sur la S & T dans divers pays, dont la France, le Japon, la Suède et les États-Unis d'Amérique. Auteur d'un ouvrage intitulé *Science et technologie : le mariage japonais* (éditions ESKA, 1997), qui a été primé, elle a également publié dans des revues comme *Scientometrics*, *Science and Public Policy*, *La Recherche* et *Research Policy*.

Shinichi Kobayashi est directeur du Centre pour la technologie et la société de l'Institut national des sciences et technologies industrielles avancées de Tokyo. Il est également professeur associé au Centre de recherche sur les études universitaires de l'Université de Tsukuba. Il a pour principaux centres d'intérêt les recherches sur la politique scientifique et technologique et sur la politique en matière d'enseignement supérieur. Coauteur de *Made in Japan* (MIT Press, 1997), il a depuis publié un article intitulé *Applying Audition Systems from the Performing Arts to R & D Funding Mechanisms* dans *Research Policy* (2000).

L'Asie de l'Est et du Sud-Est

YU WING-YIN

La région de l'Asie de l'Est et du Sud-Est est vaste et diverse. Au lieu de tenter une étude par pays, le présent chapitre examinera les caractéristiques des voies empruntées par ceux-ci pour développer la science et la technologie (S & T) et mettra l'accent sur les questions communes à l'ensemble des pays de la région. Des sections additionnelles apporteront des détails supplémentaires sur la Chine et établiront une comparaison entre Hong Kong et Singapour.

PLANIFICATION

Tous les pays de la région ont mis en place des mécanismes institutionnels pour leur politique de S & T. Dans les processus nationaux de planification, l'importance de la S & T et de sa planification pour ce qui est des objectifs socio-économiques est d'une manière générale suffisamment reconnue. La plupart des pays ont adopté des plans explicites de développement de la S & T. Dans les quelques pays où les objectifs de S & T restent implicites, il existe également une planification formalisée.

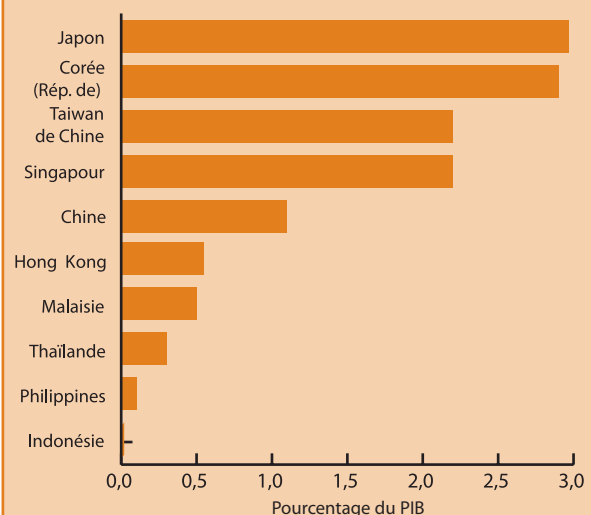
Un certain nombre de pays consacrent un budget spécial à la S & T, tandis que d'autres ont, à côté du budget ordinaire, un budget de développement dans lequel des fonds sont alloués aux activités de S & T à long terme. Ainsi, dans une large mesure, la contrainte des budgets de reconduction n'est plus qu'un souvenir de l'époque où la nature et l'importance de la S & T étaient mal comprises. Cela ne veut pas dire qu'il n'y ait plus de problèmes financiers : le développement de la S & T continue à souffrir d'un financement insuffisant dans la plupart des pays, mais ce n'est pas que les gouvernements ne soient pas disposés à financer la S & T ; c'est en fait un problème de concurrence des priorités dans un contexte de ressources limitées.

La République de Corée, Taiwan de Chine et Singapour ont tous franchi la barre des 2 % du produit intérieur brut (PIB) consacrés à la recherche et au développement (R & D), tandis que la Chine devrait atteindre son objectif de 1,5 %. Dans le même temps, la Malaisie et la Thaïlande s'efforcent de maintenir leur dépense intérieure brute de R & D (DIRD) en pourcentage de leur PNB ; leurs capacités technologiques ont marqué des points malgré l'apparente absence d'amélioration de leurs performances (figure 1).

CIBLAGE

Dans la planification du développement de la S & T, pratiquement tous les pays ont adopté une approche ciblée. Quatre domaines universels ont été définis : la technologie de l'information, la micro-électronique, les nouveaux matériaux et la biotechnologie. Les quatre domaines sont dits « universels » parce qu'ils sont généralement considérés comme importants au XXI^e siècle ; les pays les retiennent non pas tant parce qu'ils estiment détenir un avantage stratégique dans un ou plusieurs secteurs, mais parce qu'ils se rendent compte de la nécessité d'investir dans la R & D dans ces domaines pour acquérir les capacités technologiques leur permettant de mettre à profit les progrès accomplis dans ce domaine par d'autres pays. Outre les quatre domaines universels, les pays de la sous-région ciblent également des domaines spécifiques liés à leurs propres avantages stratégiques – par exemple, le caoutchouc en Malaisie, les produits pharmaceutiques en Thaïlande, les fruits aux Philippines.

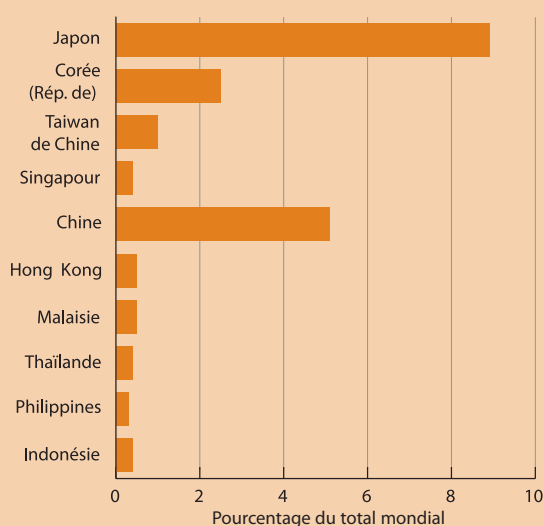
Figure 1
RATIO DIRD/PIB EN ASIE DE L'EST ET DU SUD-EST,
2001*



* Japon 2000 ; Malaisie 2000 ; Philippines 1998.

Source : International Institute for Management Development (2003), *World Competitiveness Yearbook 2003*.

Figure 2
ORDINATEURS UTILISÉS EN ASIE DE L'EST
ET DU SUD-EST, 2002



Source : Computer Industry Almanach (2002).

Aux premiers stades de développement, lorsque les stratégies étaient de promouvoir les exportations et de remplacer les importations, c'est essentiellement une approche industrielle qui prévalait. Par la suite, quand l'accent a été mis sur l'innovation technologique et le développement de capacités locales, une approche technologique a été adoptée. Les pays de la région recourent à une combinaison de l'approche industrielle et de l'approche technologique du développement économique.

TECHNOLOGIE DE L'INFORMATION

La technologie de l'information (TI) a beaucoup contribué à égaliser la situation des pays qui cherchent à développer la S & T. L'Internet a rendu disponible une grande quantité d'informations scientifiques et de données techniques pour un coût modique ou nul. Jusqu'alors, ces informations étaient difficiles à obtenir, ce qui pouvait faire obstacle au développement de la S & T.

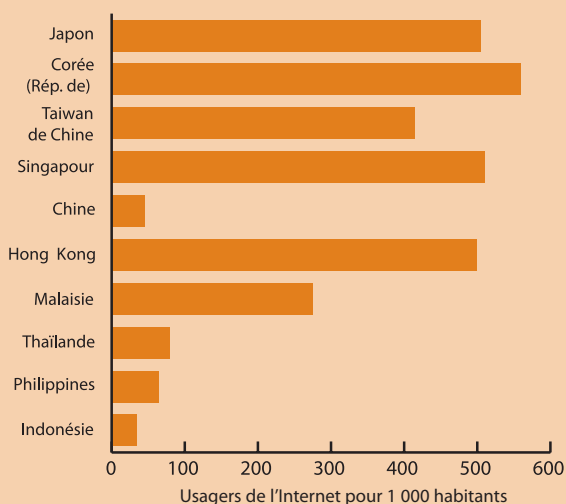
La mise au point de logiciels nécessite peu de matériel et, contrairement à d'autres formes de technologie, elle peut être entreprise sans investissement massif de capitaux et à petite échelle. Le cycle de retour sur investissement est court. Ceux qui entrent tardivement dans la course ne sont pas forcément désavantagés. Ces facteurs font que l'industrie de la TI est en expansion dans la plupart des pays de la région.

La croissance de l'industrie de la TI et l'accessibilité généralisée de l'information scientifique ont renforcé la capacité technologique des pays de la région, renforcement que ne reflète pas bien l'indicateur d'intrant habituel – le ratio DIRD/PIB – parce que la TI n'implique pas forcément de grosses dépenses.

Un indicateur pertinent de la généralisation de la TI dans la région est le nombre des ordinateurs utilisés. La Chine, avec 5,1 % des ordinateurs utilisés dans le monde, se classe au 4^e rang, ce qui n'est guère surprenant, puisque c'est le pays le plus peuplé du monde. Il faut toutefois noter que la République de Corée, avec 2,4 %, se classe au 9^e rang (figure 2).

La République de Corée se situe au 6^e rang mondial pour l'usage de l'Internet par habitant, suivie de près par Singapour, Hong Kong, Taiwan de Chine et la Malaisie, qui présentent tous une utilisation de l'Internet comparable à celle des pays

Figure 3
USAGERS DE L'INTERNET EN ASIE DE L'EST
ET DU SUD-EST, 2002



Source : Computer Industry Almanach (2002).

industrialisés. Plus loin dans le classement se trouvent la Thaïlande, avec 79 usagers de l'Internet pour 1 000 habitants, les Philippines, la Chine et l'Indonésie (figure 3).

Y a-t-il une fracture numérique en Asie ? C'est une question de degré. Il y a un écart assez substantiel entre les 269 internautes pour 1 000 habitants de la Malaisie, qui est le moins développé des pays les plus industrialisés d'Asie, et les 79 internautes de Thaïlande ou les 57 des Philippines. En ce qui concerne le nombre d'ordinateurs pour 1 000 habitants, la Malaisie en compte 137, soit trois fois plus que les 43 de la Thaïlande. Ce n'est pas une différence négligeable, mais la Thaïlande et les Philippines ne paraissent pas tellement désavantagées. Dans une certaine mesure, il n'y a là qu'un effet de volume, la Thaïlande et les Philippines comptant une population plus importante.

La fracture numérique peut sans doute être perçue davantage comme un problème interne des deux pays les plus peuplés de la région, la Chine et l'Indonésie, où il existe des écarts considérables de développement entre régions. Les régions côtières de la Chine sont beaucoup plus développées que l'ouest du pays, et les îles lointaines de l'Indonésie sont beaucoup moins développées que la région de Jakarta. Dans ce contexte de différences inévitables à l'intérieur de vastes pays, la fracture numérique ne paraît pas significative.

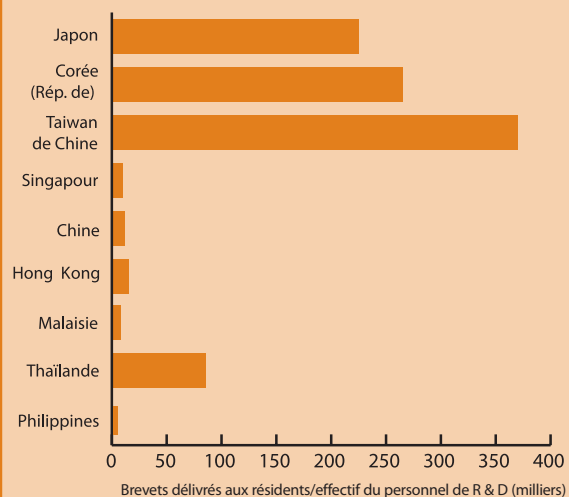
BIOTECHNOLOGIE

La biotechnologie constitue un domaine relativement neuf et, en tant que telle, est susceptible d'offrir des chances plus égales aux nouveaux venus et aux retardataires comme les chercheurs des pays d'Asie. Les grandes firmes pharmaceutiques représentent cependant une menace formidable. La décision judiciaire d'accord des droits de brevet sur les codes génétiques a créé une sérieuse entrave, mais il existe encore, dans cette course d'obstacles, des opportunités pour les chercheurs des pays d'Asie. Lorsqu'ils ne disposent pas des fonds nécessaires pour payer des droits aux détenteurs de brevets afin de lever ces obstacles, il faut qu'ils contournent ceux-ci ou qu'ils trouvent ailleurs une voie libre. Il est cependant difficile aux scientifiques asiatiques d'être compétitifs dans les domaines qui demandent des équipements coûteux. Un facteur en leur

faveur est la grande diversité des formes de vie dans les climats chauds des pays d'Asie.

Pratiquement tous les pays d'Asie font de la recherche en biotechnologie. Celle-ci est particulièrement importante en Thaïlande, où la recherche pharmaceutique se distingue. En Malaisie, la recherche en biotechnologie est plus axée sur les produits agricoles. Les progrès de la biotechnologie ont dynamisé la capacité technologique de la Thaïlande et réduit l'écart avec la Malaisie. Si l'on considère le ratio DIRD/PIB, la Thaïlande ne dépense qu'un peu plus de la moitié de ce que dépense la Malaisie : la Thaïlande a ainsi enregistré un ratio de 0,27 % en 2001, et la Malaisie un ratio de 0,49 %. Cependant, si l'on considère la DIRD totale, en raison de la plus grande taille de la Thaïlande et de son PIB plus important, la différence paraît moins grande, avec 440 millions de dollars des États-Unis d'Amérique pour la Malaisie et 306 millions pour la Thaïlande. D'autre part, du fait que la Thaïlande est plus peuplée, elle a un personnel de R & D plus nombreux que celui de la Malaisie – 20 000 employés contre 10 000 – alors que, rapportés à 1 000 habitants, la Malaisie est en tête, avec 0,43 contre 0,33.

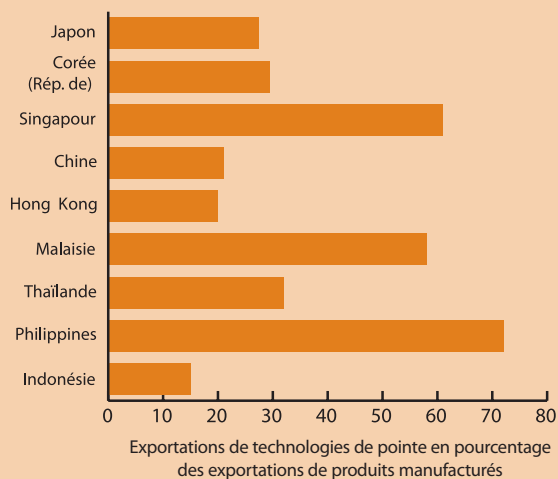
Figure 4
PRODUCTIVITÉ EN MATIÈRE DE BREVETS EN ASIE
DE L'EST ET DU SUD-EST, 2000*



* Japon 1999 ; Thaïlande 1997 ; Philippines 1998.

Source : IIMD (2003), *World Competitiveness Yearbook*...

Figure 5
EXPORTATIONS DE TECHNOLOGIES DE POINTE
EN ASIE DE L'EST ET DU SUD-EST, 2001



Source : Banque mondiale (2003), *World Development Indicators*.

L'avantage naturel de la Thaïlande dans la biotechnologie a permis à ses scientifiques de déposer des brevets sur leurs recherches. La productivité de la Thaïlande en termes de brevets dépasse maintenant celle de la Malaisie, bien qu'elle soit encore loin d'atteindre le même niveau que celle de la République de Corée ou de Taiwan de Chine (figure 4).

EXPORTATIONS DE TECHNOLOGIES DE POINTE

En ce qui concerne les exportations de technologies de pointe, s'il n'est pas surprenant que la Chine arrive en tête, il faut noter que la Malaisie a de meilleurs résultats que la République de Corée, et que les Philippines ont dépassé la Thaïlande. Pour ce qui est du ratio exportations de technologies de pointe/exportations de produits manufacturés exprimé en pourcentage, ce sont les Philippines qui occupent la première place (72 %), suivies de la Malaisie (50 %) et de la Thaïlande (32 %). En Chine, les exportations de technologies de pointe représentent 21 % des exportations de produits manufacturés (figure 5).

Les multinationales et les entreprises des pays développés ont intensifié leurs opérations de fabrication de composants (OEM) dans les pays d'Asie ; cela explique le niveau remarquable

des exportations de technologies de pointe en pourcentage des exportations de produits manufacturés aux Philippines, en Malaisie et en Thaïlande.

PROTECTION DE LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

La protection de la propriété intellectuelle est généralement adéquate dans les pays d'Asie de l'Est et du Sud-Est. Il est possible de distinguer trois éléments dans cette protection. Le premier est l'adoption d'une législation appropriée. Le deuxième est l'existence dans le pays du dispositif nécessaire pour réprimer les atteintes à la propriété intellectuelle. Deux questions se posent à cet égard. La première est de savoir si, et dans quelle mesure, le gouvernement applique comme il le doit la législation relative à la propriété intellectuelle – s'il en a la volonté et si les mesures prises sont efficaces. La seconde question a trait au processus – ainsi qu'à son efficacité – par lequel une partie lésée qui intente une action en justice peut obtenir réparation. Le troisième élément est la propension des gens du pays à exploiter illicitement les œuvres intellectuelles protégées. Ce dernier élément dépend lui-même de deux facteurs : la capacité technologique du pays et la propension des entrepreneurs à courir le risque d'une action en justice.

Cette analyse montre que le premier élément est généralement présent dans tous les pays de la région. Le deuxième élément est dans une certaine mesure présent, mais il est difficile de déterminer si le dispositif en place est adéquat. Les gouvernements expriment en général leur volonté de poursuivre les atteintes à la propriété intellectuelle, mais il est difficile de déterminer s'ils poursuivent les coupables d'infractions avec l'efficacité et la sévérité requises. De même, il existe pour les parties lésées des voies et des moyens d'obtenir réparation, mais l'efficacité de ces dispositifs est là encore difficile à évaluer.

C'est souvent le troisième élément qui est le facteur déterminant dans les décisions des sociétés multinationales de s'implanter localement. La prise en compte de ce facteur aurait incité de nombreuses sociétés à monter des OEM aux Philippines et en Thaïlande. L'augmentation du nombre d'usines de composants dans ces pays a entraîné une progression des exportations de technologies de pointe de ces pays.

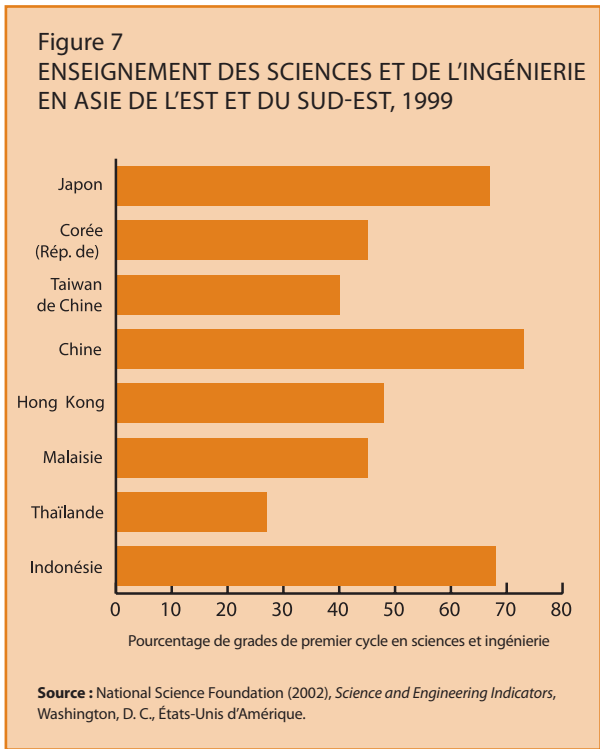
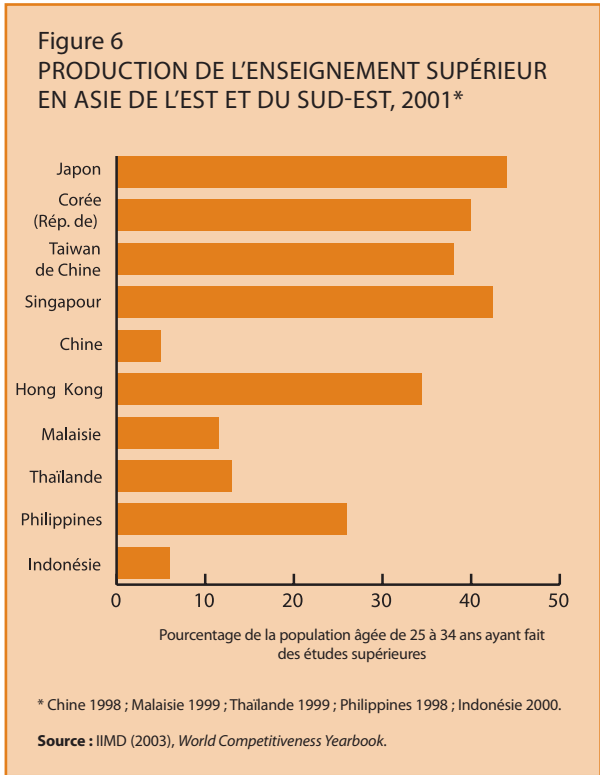
RESSOURCES HUMAINES

La région dispose dans l'ensemble d'une force de travail bien formée. Dans la plupart des pays, plus de 30 % des adultes sont titulaires d'un diplôme universitaire (figure 6), cette proportion étant de 26 % aux Philippines et de 13 % en Thaïlande. Dans les pays les plus peuplés, la Chine et l'Indonésie, elle n'atteint que 5 % et 6 %, respectivement, mais ce n'est pas un problème pour ces deux pays. La Chine a la deuxième force de travail de R & D du monde. Dans beaucoup de pays d'Asie, près de la moitié des diplômés universitaires sont obtenus en science et ingénierie ; en Chine, cette proportion atteint près des trois quarts (74 %) (figure 7). La Thaïlande fait figure d'exception, avec 26 %.

Il n'y a pas de problèmes sérieux de « défaut d'ajustement de la main-d'œuvre », phénomène qui a causé des difficultés dans d'autres régions. Les syndicats de travailleurs n'ont jamais été puissants dans la région ; c'est une raison majeure pour laquelle il n'existe pas de résistance opiniâtre au changement. Les travailleurs asiatiques sont pragmatiques et flexibles ; ils sont en général prompts à s'adapter et désireux d'acquérir de nouvelles compétences. Cependant, les employeurs sont parfois réticents à investir dans la formation des employés et préféreraient recruter de nouveaux travailleurs aux compétences immédiatement opérationnelles. En conséquence, bien que le « défaut d'ajustement de la main-d'œuvre » ne soit guère un problème, l'adéquation entre travailleurs et emplois n'est pas idéale.

En République de Corée, on met l'accent sur la loyauté envers l'employeur ; en contrepartie, l'entreprise est soucieuse du développement de la carrière de ses employés. Cela était particulièrement vrai aux beaux jours des *chaebols*. Depuis la crise financière de la fin des années 90 et le démantèlement progressif des *chaebols*, les attitudes ont changé.

Dans le régime centralisé de Singapour, la crainte d'un « défaut d'ajustement de la main-d'œuvre » n'existe pas. Lorsqu'on a dit aux universités d'augmenter la production d'ingénieurs, les nouveaux diplômés n'ont eu aucun problème pour trouver du travail puisque le gouvernement leur a créé des emplois.



Fuite des cerveaux

La « fuite des cerveaux » est un problème de longue date. L'Asie de l'Est et du Sud-Est est un exportateur net de talents. Il est difficile de déterminer si cela a été dommageable à la région. Si les possibilités d'épanouissement personnel des talents individuels sont insuffisantes, les individus ont intérêt à partir à l'étranger chercher un cadre propice à cet épanouissement. L'émigration des talents a pour conséquence une diminution des ressources humaines disponibles pour le développement national, et il arrive que les pays aient du mal à recruter des talents locaux pour occuper des postes importants. Cependant, lorsqu'un pays ne peut offrir suffisamment d'opportunités de perfectionnement professionnel à certains de ses citoyens, il peut avoir intérêt à les laisser partir à l'étranger pour y faire carrière ; en effet, ils peuvent être utiles à leur pays tout en vivant à l'étranger et il se peut qu'ils y retournent un jour pour aider à son développement.

La Chine a adopté une politique accommodante vis-à-vis de ses nationaux qui émigrent. Dès 1978, Deng Xiaoping affirmait : « Même si la moitié de ceux qui sont envoyés à l'étranger ne doivent pas revenir, cela vaut mieux que de ne pas les y envoyer ou d'en envoyer moins. » Aujourd'hui, environ un tiers de ceux qui partent à l'étranger retournent en Chine chaque année.

Tous les pays se soucient de favoriser le retour de leurs expatriés. La République de Corée fait appel au patriotisme, et Taiwan de Chine pratique de hauts salaires. Singapour continue d'utiliser un système d'engagement obligeant ceux de ses nationaux qui bénéficient de bourses d'études à l'étranger à retourner à Singapour pour y travailler un certain temps. Des pressions croissantes sont actuellement exercées pour que ce système soit revu ou démantelé.

Cependant, les mesures incitatives ne pèsent guère face aux attraits naturels d'un niveau supérieur de développement dans le pays d'origine. Au tournant du XXI^e siècle, le développement économique dans la région avait atteint dans l'ensemble un tel niveau que les marchés susceptibles d'accueillir les talents de retour dans leur pays étaient florissants. Une fois surmontée l'aversion psychologique que génère parfois l'idée du retour, nombreux sont ceux qui embrassent ces

nouvelles opportunités de leur plein gré. Il y a plus de dix ans, lorsqu'on a commencé à parler de miracle asiatique, nombre d'hypothèses ont été émises quant à la cause de ce miracle. Un des facteurs a certainement été le retour des talents qui avaient été formés et avaient acquis de l'expérience dans les pays occidentaux.

Leur retour a permis d'accélérer la croissance économique, qui a rendu à son tour les pays plus attractifs pour les nationaux expatriés. Il existe donc une boucle de rétroaction positive entre retour des expatriés et développement économique. Il y a aussi un effet grégaire : les nationaux expatriés qui voient leurs compatriotes rentrer dans leur pays sont plus enclins à envisager leur propre retour.

INSTITUTIONS INTERMÉDIAIRES

Les institutions intermédiaires ont au départ été conçues pour créer une passerelle entre la S & T en amont et la commercialisation en aval. Le concept est particulièrement pertinent pour l'Asie de l'Est et du Sud-Est, en raison de la tradition qui veut que les chercheurs et les scientifiques se consacrent à la recherche universitaire, avec parfois un certain dédain pour les applications commerciales.

Les premières institutions intermédiaires ont été mises en place par Choi Hyung-Sup, ministre de la Science et de la Technologie de la République de Corée, dans les années 70. C'est lui qui a créé l'Institut coréen de science et technologie, mécanisme permettant aux professeurs d'université de travailler sur les problèmes d'application industrielle. Il considérait qu'une initiative institutionnelle était nécessaire parce que le développement de la S & T en Corée était faible à l'époque. Dans les pays occidentaux, l'infrastructure de la S & T est généralement plus développée ; en conséquence, il y a moins besoin d'institutions intermédiaires et, là où il en existe, elles n'ont guère d'importance.

L'exemple coréen a été largement suivi. Quelques années plus tard, l'Institut de recherche en technologie industrielle a été créé à Taiwan et, ces dix dernières années, de nombreuses autres institutions intermédiaires sont apparues dans les pays d'Asie de l'Est et du Sud-Est, en particulier en Malaisie.

Ces institutions fonctionnent comme un dispositif médian permettant aux scientifiques des universités de travailler sur des problèmes d'application et de revenir ensuite à leurs travaux académiques. En même temps, elles offrent aux jeunes scientifiques et ingénieurs une bonne occasion d'apprendre à connaître le monde de l'industrie, et elles constituent un incubateur pour l'entrepreneuriat. De nombreux jeunes finissent par quitter les institutions intermédiaires pour entrer dans des sociétés essayées, et ils y sont encouragés. Ainsi, les institutions intermédiaires jouent le rôle de mécanisme de conversion : elles convertissent les diplômés ayant reçu une formation académique en acteurs utiles à l'industrie. Ce processus de conversion n'est ni simple ni peu coûteux.

Sans le concours des institutions intermédiaires, les entrepreneurs peuvent choisir d'importer des compétences immédiatement opérationnelles de l'étranger au lieu de former des diplômés locaux, comme c'est le cas à Hong Kong. La situation y est exacerbée par la propension des jeunes diplômés à pratiquer le « nomadisme professionnel » ; l'absence de loyauté envers l'entreprise signifie que celle-ci risque de perdre ce qu'elle investit dans le perfectionnement de ses employés. Les petites et moyennes entreprises (PME), qui fonctionnent nécessairement avec un horizon à court terme, ont du mal à investir dans la formation de leur personnel. Elles constatent souvent que l'expérience des diplômés n'a guère d'utilité dans leur champ plus limité d'activité. Dans une économie où les PME prédominent, il est difficile aux jeunes diplômés de trouver un emploi approprié, et ils sont considérés comme « inexpérimentés » et « non qualifiés », d'où un cercle vicieux. Les institutions intermédiaires sont perçues comme indispensables pour briser ce cercle vicieux.

La notion d'institution intermédiaire a pris maintenant une acception plus large, jusqu'à inclure des entités créées pour dépasser les économies d'échelle ou les économies de gamme pour les PME. Ainsi, ce terme recouvre à présent les parcs scientifiques, les incubateurs et les institutions offrant des services de S & T tels qu'information, gestion et financement. Il englobe aussi des activités de représentation, comme le marketing et les achats.

Une importante application concerne le financement de la technologie, qui nécessite des fonds, des compétences techniques et le sens des affaires – trois éléments qui sont rarement réunis naturellement. Les institutions intermédiaires jouent le rôle de facilitateurs, comme le font la Société coréenne de développement technologique ou la Société malaisienne de développement technologique.

Une autre fonction importante des institutions intermédiaires est de servir de passerelles dans les relations triangulaires entre pouvoirs publics, université et industrie. Pour les économies de taille réduite où le niveau de développement de la S & T est faible, il est particulièrement important d'exploiter la synergie de cette relation triangulaire.

MÉCANISMES DE CONSULTATION ENTRE PUBLIC ET PRIVÉ

Les mécanismes de consultation entre secteur public et secteur privé sont une caractéristique de l'Asie de l'Est et du Sud-Est. Leur importance tient au fait que le secteur public est l'acteur majeur de la S & T dans la plupart des pays de la région. À l'exception notable de la République de Corée, de Singapour et de Taiwan de Chine, le secteur public finance plus de 50 % du total de la R & D. Les entreprises du secteur privé sont relativement petites. Les gouvernements disposent de plus de ressources et d'un meilleur accès à l'information. Ils jugent néanmoins utile d'exploiter le sens des affaires des entrepreneurs.

Une analogie peut être faite avec la direction assistée. Les mécanismes de consultation mettent les entrepreneurs à la place du conducteur, mais leurs efforts, en termes de ressources et de financements, ne suffisent pas à faire tourner les roues du grand véhicule du développement national. Il faut que les pouvoirs publics fournissent l'énergie nécessaire, sous la forme de ressources et de financements, pour que le véhicule avance.

Pour réussir, les mécanismes de consultation doivent être conçus de telle sorte que les entrepreneurs soient incités à donner des conseils qui soient bons pour le pays, et non de promouvoir des intérêts particuliers. Cela n'est pas toujours facile ; tout dépend d'un mode d'emploi approprié

des mécanismes de consultation ainsi que d'une sélection judicieuse des participants.

La Malaisie a connu un succès notable avec ses mécanismes institutionnels de consultation public-privé. Ces mécanismes sont très développés en République de Corée, où il existe une culture de sacrifice des profits individuels à l'intérêt général. Dans la société singapourienne très soudée, les relations de consultation entre le public et le privé sont implicites, car les communications peuvent être directes. Lorsque les acteurs clés ont de nombreuses occasions et de nombreux canaux pour se rencontrer, il n'est guère besoin d'institutionnaliser la relation de manière explicite.

Cette situation contraste avec l'expérience des pays occidentaux, où le gouvernement n'est jamais l'acteur principal de la R & D. Les entreprises y sont de grande taille, et le secteur privé représente généralement plus de 60 % du total des dépenses nationales de R & D dans les pays membres de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE). Dans les pays occidentaux, le gouvernement est parfois jugé incompétent et a accès à moins d'informations sur les marchés que les entreprises privées. Le bien-être du pays est synonyme de bien-être des entreprises. L'idée d'un véhicule national de développement n'y est guère concevable. Lorsque les entreprises font ce qu'elles veulent, elles sont heureuses, et cela signifie que le pays dans son ensemble est heureux. Dans ce scénario à l'occidentale, il n'est guère besoin de mécanismes de consultation entre le public et le privé, et, là où il en existe, ils ne sont pas considérés comme importants.

BRÛLER LES ÉTAPES

La région est-elle prête à brûler les étapes ? Certaines conditions y sont favorables. L'avènement de l'Internet a aidé à vulgariser la science et a fourni de grandes quantités d'informations et de données disponibles à fort peu de frais, ce qui a permis une impulsion extraordinaire aux chercheurs défavorisés. En même temps, les TI jouent un rôle égalisateur pour les chercheurs asiatiques, qui ne seront pas handicapés outre mesure par le manque de ressources.

La biotechnologie est un domaine dans lequel l'Asie de l'Est et du Sud-Est peut trouver des créneaux. Dans les applications médicales, la région Asie, très peuplée, présente une grande variété de maladies et un grand nombre de cas cliniques. Dans les applications pharmaceutiques et agricoles, la région présente également l'avantage d'une grande diversité de formes de végétation et de vie.

Les niveaux de développement économique et technologique dans la région ont franchi un seuil. À présent,

APEC

La Coopération économique Asie-Pacifique (APEC) a été créée en 1989 pour promouvoir la croissance et la prospérité économiques dans la région et consolider la communauté Asie-Pacifique. Il s'agit d'un forum destiné à faciliter la coopération, les échanges et les investissements. Les économies membres de l'APEC représentent un tiers de la population mondiale et environ 60 % du PIB mondial. Les 21 économies membres de l'APEC sont l'Australie, le Brunei Darussalam, le Canada, le Chili, la Chine, les États-Unis d'Amérique, la Fédération de Russie, Hong Kong, l'Indonésie, le Japon, la Malaisie, le Mexique, la Nouvelle-Zélande, la Papouasie-Nouvelle-Guinée, le Pérou, les Philippines, la République de Corée, Singapour, Taiwan de Chine, la Thaïlande et le Viet Nam.

Quand la Chine a accueilli la réunion des dirigeants économiques de l'APEC à Shanghai en 2001, ceux-ci ont souligné que la réussite de la coopération en matière de S & T passait par le renforcement des capacités humaines. De nombreux pays industrialisés de l'APEC étaient considérés comme manquant d'enthousiasme pour la coopération en matière de S & T, étant particulièrement hostiles aux transferts de technologies. La quatrième Réunion des ministres de la Science de l'APEC, tenue en Nouvelle-Zélande en 2004, a relevé la nécessité d'un engagement commun de la communauté scientifique et de la société, plus substantiel et de meilleure qualité dans les économies de l'APEC, et a recommandé de rénover le groupe de travail de l'APEC sur la science et la technologie au service de l'industrie.

ASEAN

L'Association des nations de l'Asie du Sud-Est (ASEAN) réunit le Brunei Darussalam, le Cambodge, l'Indonésie, la République démocratique populaire lao, la Malaisie, le Myanmar, les Philippines, Singapour, la Thaïlande et le Viet Nam. Ses objectifs comprennent la promotion et la mise en œuvre de la coopération sur les questions politiques et de sécurité, l'intégration économique, ainsi que la coopération culturelle et technique dans des domaines tels que le développement social, la S & T, l'environnement, l'agriculture et la sylviculture, l'énergie, le tourisme, les transports et les communications.

L'objectif pour les prochaines décennies, tel que formulé dans *ASEAN Vision 2002*, est celui d'« une ASEAN compétitive dans le domaine des technologies, compétente dans les technologies stratégiques et diffusantes, disposant d'une réserve adéquate de main-d'œuvre formée et qualifiée et de réseaux solides d'institutions et de centres d'excellence dans la S & T ».

L'importance de la coopération en matière de S & T est depuis longtemps reconnue. Le Comité de l'ASEAN sur la science et la technologie (COST) a été créé il y a plus de vingt ans. Il existe 9 sous-comités du COST : (1) science et technologie

de l'alimentation, (2) météorologie et géophysique, (3) micro-électronique et technologie de l'information, (4) science et technologie des matériaux, (5) biotechnologie, (6) recherche sur les énergies non conventionnelles, (7) sciences de la mer, (8) technologie spatiale et applications, et (9) développement des infrastructures et ressources de S & T. Le COST gère un fonds ASEAN pour la science, qui lui permet d'assurer un financement de démarrage à ses projets et activités, et recherche également des financements extérieurs auprès des partenaires du dialogue de l'ASEAN – Australie, Canada, Chine, États-Unis d'Amérique, Inde, Japon, Nouvelle-Zélande, République de Corée, Fédération de Russie, Union européenne et Programme des Nations Unies pour le développement.

Parmi les projets de coopération mis en œuvre en 2004, on peut mentionner le cours de formation Chine-ASEAN sur la technologie des satellites de télédétection ; la coopération Pakistan-ASEAN sur les matériaux composites, avec une visite d'experts pakistanais dans plusieurs pays de l'ASEAN ; l'atelier Chine-ASEAN sur la conservation des ressources biologiques tropicales et leurs applications biotechnologiques ; la coopération ASEAN-Inde sur les politiques et la gestion de la S & T.

de plus en plus de nationaux qui ont fait des études et se sont formés à l'étranger rentreront de leur propre initiative dans leur pays pour tirer parti des nouvelles opportunités offertes par une région qui connaît un développement rapide. Le revers de la médaille est que le pourcentage du PIB consacré à la R & D en Asie de l'Est et du Sud-Est est loin d'être spectaculaire. Si quelques pays asiatiques se sont hissés au-dessus des 2 %, les pays industrialisés d'autres régions ont dépassé la barre des 3 %. Il convient néanmoins d'interpréter cet indicateur à la lumière de la croissance du PIB en dénominateur. De plus, l'apport des ressources n'est pas le meilleur moyen de mesurer la capacité technologique. En conclusion, la région est fondée

à envisager une période de croissance et de développement accélérés de la S & T.

COOPÉRATION EN MATIÈRE DE S & T

La coopération en matière de S & T en Asie n'est pas facile. La région est diverse et les distances sont grandes. Elle compte plus de langues que de pays. Bien que l'anglais soit la langue des publications scientifiques et des comptes rendus de recherche, la plupart des universités enseignent dans la langue locale. La langue est un premier obstacle au rassemblement d'équipes de chercheurs pour dépasser les seuils de masse critique. Mais ce n'est pas seulement une question de chiffres ; c'est la

Hong Kong et Singapour : conte de deux cités

Lee Kuan Yew a fait allusion au roman de Charles Dickens, *Conte de deux cités*, lorsqu'il a comparé Singapour et Hong Kong dans un discours à l'Université de Hong Kong en 1992. Bien qu'il y ait des similitudes entre ces deux économies insulaires, celles-ci ont emprunté des chemins fort différents en ce qui concerne le développement de la S & T. Un point souvent méconnu dans les références occasionnelles à Singapour et à Hong Kong est qu'il s'agit de deux cas atypiques. Parfois, d'autres pays peuvent vouloir imiter le succès apparent de ces deux économies. En y regardant de plus près, on peut constater que des politiques ont été menées pour tenir compte des conditions propres à ces deux économies, politiques qui sont pour l'essentiel spécifiques et difficilement applicables à d'autres pays où les conditions sont différentes. Avec le recul, il n'est d'ailleurs pas évident que ces politiques atypiques aient été pertinentes.

Pour entamer la comparaison, les dépenses totales consacrées par Singapour à la recherche-développement en pourcentage du PNB (ratio DIRD/PNB) se sont établies à 2,1 % en 2001, et le nombre de scientifiques et ingénieurs pour 10 000 travailleurs était de 70 la même année. À Hong Kong, le ratio DIRD/PNB était de 0,6 % seulement en 2001, avec seulement 10 scientifiques et ingénieurs pour 10 000 travailleurs. Pour tous les indicateurs statistiques, Hong Kong est moins bien placée que Singapour.

Quant à la structure institutionnelle de la S & T, le dispositif de Singapour est étonnamment simple. Dans la société singapourienne, très soudée, la planification de la politique de S & T est décidée par un noyau dur de dirigeants, qui court-circuitent les structures institutionnelles formelles. Le Conseil national de la science et de la technologie n'était essentiellement impliqué que dans le financement et la mise en œuvre de second niveau.

Dans le cas de Hong Kong, qui est retournée sous souveraineté chinoise en 1997, les fonctions de l'ancien Département de l'industrie ont été regroupées pour former la Commission de l'innovation et de la technologie. Le Parc des sciences a été finalement mis en place, près de dix ans après l'étude de faisabilité

de 1991. L'Institut de recherche en science et technologie appliquées a été créé pour combler une lacune de l'infrastructure de la S & T – dans laquelle le Conseil de la productivité de Hong Kong a pu se développer – et s'efforce à présent de définir quel pourrait être son nouveau rôle. Ce sont des organes de financement et de mise en œuvre, mais il manque un mécanisme approprié d'élaboration des politiques.

Singapour a pris d'audacieuses initiatives proactives pour promouvoir la S & T. Une action énergique, associée à des conditions très favorables, sous la forme de généreux avantages fiscaux et financiers, a conduit nombre de grandes multinationales industrielles à forte composante technologique à monter des opérations à Singapour. Ces entreprises n'ont pas apporté autant de R & D qu'on aurait pu l'espérer, mais leur présence a eu pour résultat un renforcement général de la capacité technologique de Singapour. Le défi vient à présent de la concurrence des pays voisins – Malaisie, Thaïlande et Viet Nam – dans lesquels l'espace ne manque pas et où la main-d'œuvre est bien moins chère. Un certain nombre de sociétés multinationales qui se sont implantées à Singapour sont déjà en train de transférer leurs opérations dans d'autres pays aux conditions naturelles plus favorables, et beaucoup d'autres sont en train de réexaminer leur positionnement. Dans la société planifiée de Singapour, il a été possible de faire baisser les salaires pour que l'économie reste compétitive, mais l'exiguïté de l'espace est une contrainte fondamentale qu'il est difficile de surmonter par des politiques appropriées.

Une autre politique controversée est celle qui consiste pour Singapour à encourager le développement d'un grand nombre de jeunes entreprises technologiques par des achats publics à des conditions favorables. Beaucoup d'entreprises à forte composante technologique appartiennent à l'État ou sont contrôlées par lui ; elles aident les jeunes entreprises, par exemple, en achetant leurs services ou leurs technologies. Cette politique a créé un environnement favorable aux nouvelles entreprises technologiques en quête de capital-risque. Le problème est que les

entreprises qui se sont développées dans un tel environnement favorable risquent de ne pas être compétitives sur les marchés internationaux. Une solution pourrait consister à garder ces entreprises à Singapour jusqu'à ce qu'elles soient devenues suffisamment fortes pour être compétitives. La question est alors de savoir s'il est possible que l'État les subventionne suffisamment longtemps pour qu'elles atteignent la masse critique à partir de laquelle elles peuvent voler de leurs propres ailes et opérer avec succès à l'international.

Même si certaines opérations de production quittent finalement Singapour, le temps qu'elles ont passé dans le pays aura permis à celui-ci de renforcer sa capacité technologique. Le problème de l'espace est un problème essentiel, qui paraît insurmontable. Singapour pourrait peut-être miser sur le créneau des services à forte intensité technologique, mettant à profit le soutien expérimenté de son secteur manufacturier et de ses instituts de R & D, au lieu de miser sur la production à forte composante technologique en tant que telle. Cela lui permettrait de valoriser sa situation de plaque tournante géographique.

Hong Kong a eu la chance, ou la malchance, de se soustraire aux premières pressions exercées pour qu'elle améliore sa capacité technologique. Dans les années 80, lorsque le secteur manufacturier de Hong Kong était menacé par la République de Corée, Taiwan de Chine et Singapour, technologiquement plus avancés, une main-d'œuvre bon marché originaire de Chine continentale est devenue disponible. A joué également l'effet d'éviction exercé par le secteur de l'immobilier, avant que celui-ci ne s'effondre. Le jour où l'économie de Hong Kong devra finalement faire face à la nécessité de se transformer en économie du savoir, ce sera bien plus douloureux, comme lorsque l'on contracte la rougeole à l'âge adulte.

Nombreux sont ceux qui, à Hong Kong, voudraient éviter cette épreuve, et qui affirment que, si Hong Kong n'a pas vocation à exceller dans la S & T, elle ne devrait pas y investir du tout. Vu que Hong Kong occupe un très petit espace, et étant donné l'avance déjà prise par ses voisins et par d'autres pays, Hong Kong n'a pas d'avantage en matière de S & T. Cela aurait pu être un

raisonnement convaincant en termes d'avantages comparatifs, mais la S & T ne ressemble pas à une marchandise ou à un secteur industriel. De même que les vitamines sont nécessaires à l'organisme, la S & T est indispensable à l'économie ; sans elle, de nombreuses activités à forte concentration de connaissances deviennent dysfonctionnelles. Vouloir résister au mouvement inévitable vers une économie du savoir n'est pas réaliste.

D'autre part, certains estiment que, dans la mesure où Hong Kong va être amenée à jouer un rôle de marketing et de sourcing pour la capacité technologique bien plus développée de la Chine continentale, il n'est pas besoin de S & T à Hong Kong. Ce raisonnement est fallacieux. Hong Kong a besoin d'un niveau adéquat de capacité technologique pour pouvoir fournir des services de marketing et de sourcing à la Chine continentale. L'Accord de partenariat économique renforcé (CEPA) conclu entre Hong Kong et la Chine continentale en 2003 a fait beaucoup parler de lui. Un niveau suffisant de capacités de S & T à Hong Kong est nécessaire pour donner consistance à un resserrement de la coopération et permettre à Hong Kong de dialoguer au niveau approprié avec ses partenaires de Chine continentale.

L'obstacle le plus sérieux au développement de S & T à Hong Kong est le dogme du non-interventionnisme qui y sévit depuis des décennies. En l'absence de soutien public proactif, le développement de la S & T à Hong Kong est très en retard par rapport à ses voisins. Alors que d'autres pays soutiennent activement la compétitivité de leurs industries, Hong Kong était citée comme un exemple atypique de succès du laisser-faire, jusqu'à ce que l'éclatement de la bulle spéculative immobilière après la crise financière de la fin des années 90 conduise à la récession.

Hong Kong se vante d'être une économie éminemment libre. Cette liberté favorise les investissements spéculatifs à court terme mais ne convient pas pour les investissements à long terme ou les investissements dans la technologie.

Si le gouvernement a abandonné la politique de non-interventionnisme, la pensée non interventionniste reste très

répandue chez les hauts fonctionnaires. Pour les bureaucrates, le non-interventionnisme est une bonne excuse pour ne rien faire, ce qui limite le risque d'erreurs. En particulier pour le généraliste manquant de connaissances spécialisées, le non-interventionnisme reste l'approche la plus sûre. Les gens de Hong Kong sont depuis de nombreuses années habitués à faire des propositions respectant le cadre du non-interventionnisme, et il leur est difficile de penser en dehors de ce cadre, même aujourd'hui, alors que les restrictions ont officiellement été levées.

Bien que la promotion de l'innovation et de la technologie soit désormais la politique officielle, les hauts responsables continuent à traîner les pieds. Les attitudes hostiles à la S & T remontent au passé colonial. Au Royaume-Uni, le rapport de 1986 du Comité spécial de la Chambre des lords sur la science et la technologie soulignait le fait que les conseils des scientifiques n'étaient pas entendus par le gouvernement, parce que les fonctionnaires étaient des généralistes dépourvus du moindre intérêt pour la S & T et n'ayant nullement conscience de son importance. En tant que colonie britannique, Hong Kong avait le même système de fonctionnaires, qui sont restés à peu près tous après le transfert de souveraineté.

Le créneau de Hong Kong est celui d'une offre de services sophistiqués et liés aux technologies à la Chine continentale et à la région de l'Asie du Sud-Est. Il existe un fort potentiel, encore inexploité, pour les services liés aux technologies. La S & T et la R & D sont nécessaires pour apporter un soutien expérientiel

propre à faciliter la prestation de ces services. Cela permettrait de valoriser la situation de plaque tournante géographique de Hong Kong, à l'instar de Singapour. Hong Kong présente l'avantage supplémentaire d'une ouverture sur un vaste arrière-pays, la Chine continentale.

Cependant, parmi les avocats de la cause de la S & T à Hong Kong, beaucoup affirment que la S & T est nécessaire pour appuyer la production manufacturière, et qu'une économie doit posséder une industrie manufacturière. Il ne fait aucun doute que la production manufacturière a besoin de la S & T, mais il n'est pas vrai qu'une économie ait besoin d'une production manufacturière. C'est peut-être vrai pour une grande économie, mais pas pour une petite économie de la taille de Hong Kong. Cela n'a pas du tout aidé la cause de la S & T que ses défenseurs usent d'un mauvais argument.

Les actions des entreprises de technologie ont suscité une spéculation qui s'est révélée irrationnelle. Les gens se sont mordu les doigts lorsque le cours de ces actions a chuté. Cette expérience malheureuse n'a nullement aidé à promouvoir une attitude positive vis-à-vis de la S & T. C'était comme vouloir courir avant de savoir marcher.

Hong Kong a certes besoin de brûler les étapes pour rattraper son retard. Une solution consiste à acheter des capacités technologiques. Il sera intéressant de voir dans quelle mesure l'argent peut effectivement acheter des capacités technologiques.

complémentarité, ou le renforcement mutuel, qui conduit à la synergie de la coopération. Cette complémentarité, associée à la disposition à coopérer et à l'existence des mécanismes institutionnels facilitateurs, était difficile à assurer lorsque les niveaux de développement de S & T dans les pays étaient peu élevés. Au début du siècle, les pays d'Asie de l'Est et du Sud-Est ont atteint des niveaux de capacité suffisants pour que la coopération en matière de S & T soit possible, mais la définition de domaines se prêtant utilement à des collaborations synergiques reste un défi.

Il n'est pas courant que les étudiants poursuivent leurs études dans un pays asiatique voisin ; les plus qualifiés, ou ceux qui disposent de ressources suffisantes, préfèrent les pays occidentaux.

Pour ce qui est de la mise en commun des ressources et des équipements, une institution doit accéder à un certain degré de notoriété avant de pouvoir devenir un centre d'attraction pour les scientifiques. La plupart des exemples d'équipements partagés ont bénéficié du soutien de pays extérieurs à la région.

De même que le commerce intrarégional est moins important que le commerce avec les pays d'autres régions, en particulier avec l'Europe et l'Amérique, la coopération en matière de S & T est moins importante au sein de la région qu'avec les pays industrialisés extérieurs.

On peut prévoir l'émergence de forces internes susceptibles d'unifier la région dans des efforts de coopération. Le leadership pourrait venir de la Chine, de la République de Corée ou de la Malaisie, ou bien de multinationales asiatiques endogènes. Les influences extérieures, souvent facteur de division, diminueront. On sera loin de la « complémentarité ASEAN » proposée par la Ford Motor Company dans les années 70, qui entendait fabriquer différentes pièces d'une automobile dans différents pays et assembler le modèle Ford en tant que « voiture ASEAN ». Ce plan exploitait les économies d'échelle en produisant la même pièce en grande quantité dans un site et veillait à ce qu'aucun pays n'acquière la technologie pour fabriquer lui-même une automobile complète.

Désormais, la voie est libre pour que les pays collaborent sur des produits nationaux ou régionaux. La longue période de stagnation de la coopération régionale touche à sa fin. Après plusieurs faux départs, des institutions de développement régional vont finalement émerger. Par exemple, les bonnes raisons de créer un Fonds monétaire asiatique finiront par triompher des objections élevées à l'extérieur de la région. Une fois les institutions régionales en place, une impulsion nouvelle sera donnée à la coopération, et la région pourra envisager une accélération du rythme de développement de la S & T.

CHINE

État actuel de la S & T

Les dépenses de S & T en Chine ont atteint 267 milliards de yuan renminbi en 2002¹. La DIRD s'est élevée à 129 milliards de yuan, soit 1,23 % du PNB. Les dépenses de R & D ont franchi la barre de 1 % du PNB en 2000. En termes monétaires, la Chine était en 2001 le septième pays du monde pour la DIRD ; elle dispose d'une capacité technologique substantielle du fait de sa taille.

La Chine comptait 3,22 millions de personnes employées à des activités de S & T en 2002. Sur ce total, 2,2 millions

(68 %) étaient des scientifiques et des ingénieurs. Quant au total du personnel de R & D, la Chine se classait au 2^e rang dans le monde en 2001, ce qui n'est pas surprenant puisque c'est le pays le plus peuplé. Cependant, lorsque le nombre de scientifiques et d'ingénieurs travaillant dans la R & D est rapporté à la taille de la main-d'œuvre, la Chine, avec seulement 10 pour 10 000 travailleurs (2000) est largement dépassée par les États-Unis d'Amérique – 81 pour 10 000 (1997) – ou le Japon – 97 pour 10 000 (1999).

Les crédits publics alloués à la S & T ont régulièrement augmenté depuis 1981, jusqu'à atteindre 5,6 % du budget total de l'État. Cependant, depuis 1994, ce pourcentage a peu à peu diminué et, en 2001, il n'était plus que de 3,7 %. Les dépenses publiques de R & D n'ont pas diminué, mais elles n'ont pas non plus suivi le rythme des dépenses globales de l'État.

La Chine a délivré 132 000 brevets en 2002, soit près de deux fois le chiffre de 1997 (67 900). Le système chinois de brevets distingue trois catégories : inventions, modèles d'utilité et dessins. En 2001, 95 % des brevets accordés à des nationaux appartenaient aux catégories modèles d'utilité et dessins, les inventions ne représentant que 5 %. La situation était très différente pour les brevets accordés à des étrangers, parmi lesquels les inventions représentaient 73 % et les modèles d'utilité et dessins 27 %. L'augmentation rapide du nombre des brevets délivrés indique la forte croissance de l'innovation, en particulier dans les entreprises industrielles, qui ont été les principales bénéficiaires de brevets dans les catégories modèles d'utilité et dessins.

Les technologies de pointe représentent maintenant 21 % des exportations de produits manufacturés, la Chine étant le septième exportateur mondial de technologies de pointe. Selon les statistiques d'exportations chinoises, ces exportations portent sur les catégories suivantes : ordinateurs et télécommunications, sciences de la vie, électronique, armements, production intégrée par ordinateur, aéronautique et espace, technologie opto-électronique, technologie nucléaire, biotechnologie et conception de matériaux.

1. Un yuan chinois (YRMB) valait 0,12 dollar des États-Unis d'Amérique en juin 2005.

La mise en orbite par la Chine de son premier astronaute dans le vaisseau spatial Shenzhou-V, en octobre 2003, est une parfaite illustration des réalisations techniques chinoises. Alors que les États-Unis d'Amérique ont beaucoup réduit leur programme spatial et que la Fédération de Russie a quasiment renoncé, la Chine va de l'avant. Les fusées Longue Marche ont aussi permis à la Chine d'établir un service commercial de lancement de satellites destiné aux gouvernements et entreprises étrangers.

Pays de grande taille, la Chine a adopté une approche équilibrée consistant à aborder des domaines très divers de S & T. Dans le dixième Plan quinquennal (2001-2005), la technologie de l'information, la biotechnologie, la technologie des nouveaux matériaux, les techniques de pointe de production industrielle, l'aérospatiale et l'aéronautique figurent comme domaines dans lesquels la Chine devait chercher à réaliser des percées. La conception et la production de circuits micro-intégrés, les ordinateurs à haute performance, les matériels et équipements opto-électroniques, les produits pharmaceutiques issus de la biotechnologie et la bio-ingénierie agronomique étaient considérés comme des domaines stratégiques dans lesquels le pays avait besoin d'augmenter sa capacité autonome d'innovation. La génétique, l'écologie et les sciences de la Terre étaient également considérées comme des priorités importantes.

Comme cela a déjà été dit, la Chine s'est fixé pour cible de consacrer 1,5 % du PIB à la R & D dans le dixième Plan quinquennal. Ayant augmenté son ratio de DIRD de 0,4 % en trois ans – ce ratio est passé de 0,83 % en 1999 à 1,23 % en 2002 –, la Chine semble bien partie pour atteindre cet objectif. Le niveau de développement de la S & T en Chine a été résumé par le ministre de la Science et de la Technologie, Zhu Lilan, qui a déclaré en 2003 que la Chine était désormais au tout premier rang des pays en développement.

Législation concernant la technologie

En ce qui concerne la législation sur la technologie, la Chine a ceci de remarquable qu'elle s'est dotée de lois sur la propriété intellectuelle bien avant d'adopter une loi sur les sociétés. Dans d'autres pays, le droit des sociétés a en

général précédé de longue date la législation sur la propriété intellectuelle, qui est un développement relativement récent. En Chine, la loi sur les marques de fabrique a été adoptée en 1982, la loi sur les brevets en 1984 et la loi sur le droit d'auteur en 1990. La Chine a adhéré à la Convention de Berne pour la protection des œuvres littéraires et artistiques en 1992 et est devenue membre de l'Organisation mondiale de la propriété intellectuelle la même année. En revanche, la loi sur les sociétés ne date que de 1993. La Chine a adopté une loi sur les contrats de technologie en 1987, peu de temps après la législation sur la propriété intellectuelle, mais ce n'est qu'en 1999 que la loi sur les contrats, de caractère plus général, a été adoptée.

Structure de l'élaboration des politiques

À côté d'un ensemble plus ou moins complet de lois, la Chine possède un système national de S & T bien développé. La structure institutionnelle d'élaboration des politiques a connu un changement important en 1999, lorsque la Commission d'État pour la science et la technologie est devenue le ministère de la Science et de la Technologie. La Chine est ainsi passée d'une structure usuelle dans les économies planifiées à un type de structure plus courant dans les pays occidentaux, à savoir un ministère consacré à la S & T.

Le ministère de la Science et de la Technologie est apparemment moins puissant que l'ancienne Commission d'État pour la science et la technologie, qui était présidée par un vice-Premier ministre et conseiller d'État. Faut-il voir là un déclassé du portefeuille de la S & T ? Selon une interprétation, à mesure que la S & T se développe en Chine, l'État peut et doit jouer un rôle moins important, laissant le champ libre au secteur privé et au secteur universitaire. En outre, puisque le développement de la S & T est lancé et progresse tout seul de manière satisfaisante, il est peut-être moins besoin d'une direction étatique et, en conséquence, d'une attention poussée de la part des échelons les plus élevés du pouvoir.

D'autre part, certaines fonctions de la Commission d'État pour la science et la technologie ont été transmises à l'Académie des sciences. Les transferts de technologie, les relations avec les entreprises et de nombreuses fonctions de service ont été

confiés à l'Académie. Par exemple, celle-ci détient maintenant le pouvoir de certifier si une entreprise appartient au secteur des technologies de pointe. Conformément à la directive de décentralisation de 1985, l'Académie des sciences a perdu le pouvoir de contrôle qu'elle exerçait sur les universités et sur de nombreux instituts de recherche ; elle a en contrepartie reçu d'autres attributions.

Science fondamentale

En 2002, la recherche fondamentale chinoise n'a obtenu que 5,73 % de la DIRD, contre 19,2 % pour la recherche appliquée et 75,1 % pour le développement expérimental. La répartition des dépenses de R & D entre les trois catégories est restée à peu près la même depuis plus de quinze ans. La comparaison avec d'autres pays révèle une tendance à dépenser plus pour la recherche appliquée et le développement expérimental que pour la recherche fondamentale, mais la part consacrée par la Chine à la recherche fondamentale, 5,73 %, était exceptionnellement faible. Les seuls autres pays qui ne consacraient pas plus de 20 % de la DIRD à la recherche fondamentale étaient les États-Unis d'Amérique, avec 18,1 % (2000), et le Japon, avec 12,3 % (1999). Le niveau de développement de la S & T est élevé tant aux États-Unis d'Amérique qu'au Japon ; l'industrie et le commerce y dépensent plus pour le développement expérimental, en conséquence de quoi la part de la recherche fondamentale paraissait inférieure. Ce n'est pas que les pouvoirs publics ou les institutions académiques allouaient moins de fonds à la recherche fondamentale. La faiblesse des fonds alloués par la Chine à celle-ci est sans commune mesure avec la pratique des autres pays.

Jusqu'au début des années 80, la recherche fondamentale, perçue comme la base nécessaire sur laquelle tout reposait, faisait l'objet d'une attention particulière. C'est durant cette période qu'a été prise la décision de construire le collisionneur d'électrons et de positrons de Beijing, un équipement très coûteux servant à l'observation expérimentale des particules élémentaires.

C'est en 1985 qu'a été prise la décision capitale de mettre l'accent sur la commercialisation de la S & T et de faire bénéficier la population des fruits de la science. La Chine a

ainsi basculé radicalement de la recherche fondamentale vers la R & D appliquée.

Peu après ce revirement de politique, des doutes sérieux ont été exprimés quant à la santé et à la viabilité de la recherche fondamentale. Pour empêcher sa détérioration, un groupe de scientifiques a lancé le programme 863, ainsi nommé parce qu'il a démarré en mars 1986. Le programme 863 visait ostensiblement à préserver le leadership stratégique de la Chine dans huit domaines : le laser, l'espace, la biotechnologie, l'automatisation, l'informatique, l'énergie, les nouveaux matériaux et la technologie de l'océan. Au cours des quinze années qui ont suivi, le programme 863 s'est vu allouer en tout et pour tout 10 milliards de yuan, montant faible comparé aux 78 milliards investis dans le programme Étincelle pour les aires rurales ; de son côté, le programme Flambeau a créé 52 zones de développement des technologies de pointe dans toute la Chine.

La science fondamentale n'a pas déperdi immédiatement après le revirement de 1985, car elle avait été très bien soutenue et financée auparavant. De plus, la décision de 1985 appelait à une décentralisation de l'allocation des ressources, en conséquence de quoi plus de fonds ont été alloués directement aux universités. La science fondamentale a pu bénéficier de ce renforcement du financement direct des universités.

La Fondation nationale pour les sciences naturelles est le principal soutien des sciences fondamentales depuis sa création en 1986, bien qu'elle consacre la plus grande partie de ses fonds à des projets de recherche appliquée. Les fonds alloués à la Fondation ont augmenté de 20 % chaque année pendant plusieurs années, mais son budget annuel de 20 milliards de yuan continue à ne représenter qu'une petite part des dépenses nationales totales de R & D, qui s'élèvent à 129 milliards de yuan. Avec l'augmentation de son budget, la Fondation a également vu son statut se rehausser. À mesure que s'étend sa fonction de financement de second niveau des activités de S & T, elle acquiert rapidement un statut équivalent à celui de l'Académie des sciences, qui a abandonné nombre de ses fonctions d'élaboration des politiques de premier niveau.

Actuellement, il y a un grand débat dans la communauté scientifique chinoise sur la question de savoir s'il ne faudrait pas adopter une approche plus soucieuse de l'équilibre entre recherche fondamentale et R & D appliquée. Certains estiment que le présent déséquilibre n'est pas pour rien dans le fait qu'aucun scientifique chinois ne soit encore parvenu à obtenir un prix Nobel.

Commercialisation de la S & T

Le Premier ministre, Zhu Rongji, a déclaré que les entreprises devaient devenir le pilier de la S & T. Quant au ministre de la Science et de la Technologie, Zhu Lilan, il a résumé l'orientation donnée au développement de la S & T dans le dixième Plan quinquennal par la formule « innover et commercialiser ».

En 2002, 61,2 % de la R & D étaient effectuées par le secteur privé, pourcentage élevé si on le compare avec celui des autres pays en développement, et tout à fait dans la moyenne des pays de l'OCDE. La Chine a dépassé l'Australie, dont le secteur privé réalise 47,5 % de la R & D. La Chine insiste sur la commercialisation de la S & T depuis 1985, époque à laquelle les activités de S & T étaient presque totalement dominées par le secteur public.

Le secteur de l'enseignement supérieur ne représente qu'une part extraordinairement faible de la R & D (10,1 %). Les pays qui se trouvent juste au-dessus de ce niveau sont la

République de Corée (10,4 %), le Japon (13,9 %) et les États-Unis d'Amérique (16,8 %). Ce sont tous des pays avec un haut niveau d'activités de S & T, où le secteur privé est très actif et où la part du secteur de l'enseignement supérieur est donc relativement plus faible.

La pression qui s'exerce en faveur de la commercialisation suscite aussi une tendance à la privatisation de certaines fonctions gouvernementales ; dans de nombreux cas, une partie d'un ministère ou d'un organisme public devient une entreprise. La privatisation implique la transformation de certains services publics en services assurés par le privé. Il en résulte généralement une augmentation immédiate des recettes, en particulier lorsqu'il s'agit d'un monopole, mais, dans les cas où le service qui a été privatisé a vocation à être en fait un service public, cela peut occasionner une perte nette de bien-être social à long terme. Un exemple en est le service d'information en matière de S & T, où le niveau d'utilisation de certaines informations peut devenir sous-optimal pour le pays, du fait que les usagers risquent de ne pas pouvoir payer le prix des services.

Si la privatisation n'est peut-être pas la meilleure solution, certains affirment que l'incitation au profit garantit une prestation de qualité, et que cela vaut mieux que de ne pas avoir de service du tout. La privatisation de biens et services qui ont vocation à être publics ne se limite pas au système de S & T et est très répandue.

RÉFÉRENCES ET LECTURES COMPLÉMENTAIRES

- Banque mondiale. 2003. *World Development Indicators*.
- Bureau national de statistique de la République populaire de Chine. 2002. *China Statistical Yearbook on Science and Technology*.
- . 2003. *China Statistical Yearbook, 2003*.
- International Institute for Management Development. 2003. *The World Competitiveness Yearbook*. Lausanne, Suisse.
- National Science Foundation. 2002. *Science and Engineering Indicators - 2002*. Washington, D. C., États-Unis d'Amérique, NSF.
- Organisation de coopération et de développement économiques. 2004. *Principaux Indicateurs de la science et de la technologie*. OCDE.

Yu Wing-Yin est conseiller principal auprès du recteur de l'Université de Macao (Chine) et siège au conseil d'administration de l'Institut d'études européennes de Macao. Il était précédemment membre de l'East Asian Institute (Institut de l'Asie de l'Est) de l'Université de Singapour et adjoint à l'économiste en chef du Trade Development Council (Conseil du développement des échanges commerciaux) de Hong Kong.

Né et éduqué à Hong Kong, étudiant aux Universités de l'Oregon (États-Unis d'Amérique) et d'Oxford (Royaume-Uni), Wing-Yin a mené une carrière aux multiples facettes, allant de la physique à la science politique, en passant par l'administration et la planification de politiques publiques. Il a travaillé au Centre de développement de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE), à l'Université de Lingnan ainsi qu'à l'Université de la Ville de Hong Kong, où il était chargé d'établir des liens entre l'université, l'industrie et le gouvernement.

Auparavant, Yu Wing-Yin avait enseigné la physique à l'Université de Hong Kong et conduit des recherches dans des laboratoires internationaux, notamment à l'Institut Niels Bohr de Copenhague (Danemark), au Centre international de physique théorique de Trieste (Italie) et au Laboratoire national d'Argonne de Chicago (États-Unis d'Amérique).

Yu Wing-Yin est ancien vice-président de l'Association pour la promotion de la science et de la technologie de Hong Kong, compagnon de l'Institut des ingénieurs de Hong Kong et membre fondateur du Partenariat du Commonwealth pour la gestion des techniques.

L'Asie du Sud

V.V. KRISHNA et USHA KRISHNA

En 2005, l'Asie du Sud reste une des régions pauvres du monde. Mettre la science et la technologie (S & T) au service du développement humain et de la croissance économique au cours de la décennie écoulée s'est révélé une tâche difficile pour de nombreux pays dont la population augmente. Même si les niveaux de pauvreté ont reculé en Inde et dans d'autres pays de la région, les indicateurs du développement humain n'ont enregistré que des progrès mineurs en Asie du Sud dans son ensemble. À l'exception possible de l'Inde, le soutien de l'État à la recherche-développement (R & D) scientifique est resté relativement modeste, se situant entre 0,2 et 0,5 % du PIB pour la région dans son ensemble, chiffres qu'il faut comparer à la dépense intérieure brute de R & D (DIRD) de 1,5 à 2,5 % du PIB dans les pays d'Asie de l'Est durant la même décennie.

Pour beaucoup de pays de la région, la première priorité dans le domaine de la S & T reste la mise en place d'institutions et d'universités, ainsi que l'institutionnalisation et la professionnalisation de la science. À bien des égards, le sous-développement général des communautés scientifiques nationales ne fait que refléter la faible priorité donnée à l'investissement dans la S & T au service du développement. Il n'est donc pas étonnant que les biotechnologies, la micro-électronique et les technologies de l'information et de la communication (TIC), entre autres, aient simplement oublié la plupart des pays de la région. Les processus de mondialisation et de libéralisation en cours ont encore aggravé ces problèmes. Au niveau mondial, l'accès aux nouvelles technologies et aux technologies de pointe est devenu à la fois difficile et très coûteux du fait des systèmes de propriété intellectuelle. De plus, l'exacerbation de la course aux technologies a conduit les pays développés à protéger leurs marchés et leurs technologies, ce qui fait qu'il est encore plus difficile aux pays en développement d'intégrer les nouvelles technologies.

Bien que les secteurs de l'industrie et des services aient affiché des taux de croissance encourageants ces cinq dernières années, représentant une part de plus en plus grande du PIB, plus de 65 % des habitants de l'Asie du Sud continuent à dépendre de l'agriculture et de secteurs qui lui sont étroitement liés comme l'industrie alimentaire, les pêches, l'élevage et les

cultures commerciales. C'est pourquoi le renforcement des capacités technologiques dans l'agriculture en vue d'assurer la sécurité alimentaire confère une grande importance à l'agronomie et aux sciences biologiques modernes. Les secteurs de la production manufacturière et des services, qui sont appelés à jouer un rôle clé dans l'industrialisation et la modernisation de l'Asie du Sud, posent des problèmes supplémentaires aux systèmes nationaux d'innovation.

DÉVELOPPEMENT HUMAIN

Une des préoccupations sociales majeures de l'Asie du Sud est l'aggravation de la pauvreté. Sur une population totale de 1,5 milliard d'habitants, quelque 467,5 millions – un tiers des habitants de la région – vivent au-dessous du seuil de subsistance. La tendance à une réduction de la pauvreté enregistrée dans la région depuis les années 70 n'a pas survécu aux années 90, à l'exception possible de l'Inde. La pauvreté a progressé au Bangladesh, au Népal, au Pakistan et dans les zones urbaines de Sri Lanka. Même en Inde, le nombre absolu de pauvres, resté stable – entre 294 et 315 millions – de 1970 à 1994, a atteint le chiffre de 328 millions en 2000. Tous les pays de la région à l'exception des Maldives sont classés après les 90 premiers pays de l'Indicateur du développement humain du PNUD, qui évalue 177 nations (les Maldives occupent la 84^e place) (PNUD, 2004).

La structure de la pauvreté est encore plus frappante si l'on prend en considération les autres indicateurs du développement humain. Quelque 323 millions d'habitants de l'Asie du Sud n'ont pas accès à des services de santé, 458 millions sont privés d'eau potable et 867 millions continuent de vivre sans installations d'assainissement. À l'exception de la République islamique d'Iran, ces problèmes de développement humain sont en train de s'accroître dans l'Asie du Sud du nouveau millénaire.

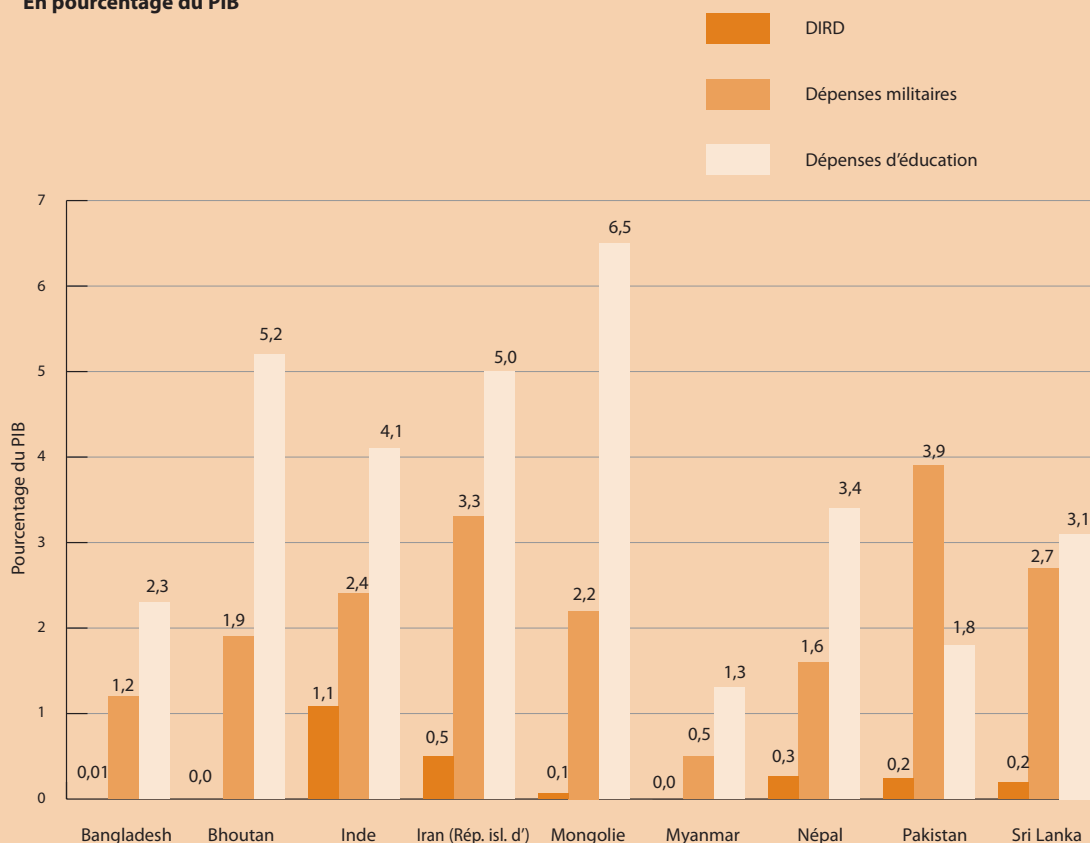
Les chiffres enregistrés pour les enfants (de moins de 5 ans) qui présentent une insuffisance pondérale parlent d'eux-mêmes : 48 % au Bangladesh comme au Népal, 47 % en Inde, 38 % au Pakistan, 29 % à Sri Lanka, 19 % au Bhoutan, 13 % en Mongolie et 11 % en République islamique d'Iran. Un tiers de la population du Bangladesh (36 %), du Népal

(38 %) et de l'Inde (35 %) vit avec à peine un dollar par jour. L'extrême pauvreté est moins répandue en Mongolie et à Sri Lanka, où 14 % et 7 % respectivement de la population vit au-dessous du seuil de subsistance (PNUD, 2004).

Il y a cependant quelques signes positifs. Les principaux indicateurs du développement humain concernant la santé et l'éducation révèlent que l'espérance de vie moyenne s'est améliorée spectaculairement, étant passée de 40-44 ans en 1960 à 60-64 ans en Inde, au Bangladesh et au Pakistan, et ayant augmenté encore davantage à Sri Lanka (73 ans) et en République islamique d'Iran (70 ans) en 2001

(PNUD, 2004). De même, tous les pays ont fait de grands progrès en matière d'amélioration de l'alphabétisme des adultes au cours des trois dernières décennies, bien que la tâche demeure immense pour certains, surtout en ce qui concerne l'alphabétisation des femmes (les chiffres fournis pour les femmes sont entre parenthèses) : Inde 61,3 % (pas de ventilation disponible par sexe), Pakistan 41,5 % (28,5 %), Bangladesh 41,5 % (31,4 %) et Népal 44,0 % (26,4 %) (UNESCO, 2005). Ce sont les planificateurs indiens qui sont confrontés au défi le plus redoutable pour ce qui est d'améliorer l'éducation de base en Asie du Sud, étant donné

Figure 1
DIRD, DÉPENSES MILITAIRES ET DÉPENSES D'ÉDUCATION EN ASIE DU SUD, 2000-2004*
En pourcentage du PIB



* Les chiffres de la DIRD pour la République islamique d'Iran, le Pakistan et l'Inde se rapportent à 2002, pour le Bangladesh et Sri Lanka à 2000, pour la Mongolie à 1997 et pour le Népal à 2004. Les dépenses militaires du Myanmar se rapportent à 2001.

Sources : pour les dépenses militaires en % du PIB pour les pays d'Asie du Sud pour 2004, http://www.photius.com/rankings/military/military_expenditures_percent_of_gdp_2004_1.html ; pour les dépenses d'éducation de l'Inde, du Pakistan, de Sri Lanka et du Bangladesh pour 2001-2002, <http://www.adb.org/Education/haugh-sin.pdf> et http://hdr.undp.org/statistics/data/indic_180_1_1.html ; pour le Népal, Nepal Academy of Sciences 2004.

que dans ce pays quelque 300 millions d'adultes demeuraient analphabètes en 2002-2003, sur un total de 402 millions d'analphabètes pour l'ensemble de la région. Les meilleurs indicateurs de l'alphabétisme des adultes sont à mettre au crédit de la République islamique d'Iran, avec 76 % (68,9 %), des Maldives, avec 97,2 % (97,2 %) et de Sri Lanka, avec 92,1 % (89,6 %) (UNESCO, 2003 ; 2005).

Étroitement lié à l'alphabétisme des adultes est l'indicateur critique du soutien national à l'éducation, redéfinie comme le « capital humain », à savoir « le stock de connaissances utiles et pertinentes constitué par le processus d'éducation et de formation » (*Human Development Centre*, 1998, p. 25). Sur ce point, on peut constater une relative stagnation ou au mieux une augmentation marginale (une fois les chiffres ajustés pour tenir compte de l'inflation) des budgets nationaux d'éducation des pays entre 1980 et 1996. En Inde, l'objectif décennal d'un pourcentage de 6 % du PIB consacré à l'éducation n'est toujours pas atteint, le budget de l'éducation n'enregistrant qu'une modeste progression

de 3 % en 1980 à 4 % en 2002 (figure 1). Alors que le Pakistan a connu une diminution marginale de ses dépenses d'éducation, ayant reculé de 2 % à 1,8 %, le Népal a augmenté les siennes, qui sont passées de 2 % à plus de 3 % entre 1980 et 2004. Sur la même période, durant la première moitié de laquelle la guerre faisait rage entre la République islamique d'Iran et l'Irak, le budget d'éducation de l'Iran a spectaculairement baissé, passant de 7,5 % à 5 % du PIB. Le Bangladesh et Sri Lanka ont pratiquement doublé la part du PIB allouée à l'éducation durant la même période. Au Bangladesh, où les organisations non gouvernementales (ONG) ont joué un rôle important, le nombre d'écoles primaires est passé de 47 000 à 63 000 entre 1980 et 1996, avec une progression correspondante des effectifs, passés de 10 millions à 14 millions d'élèves (âgés de 6 à 10 ans) (*Human Development Centre*, 1998, p. 56). Malgré des réductions massives des dépenses militaires, les autres pays de la région n'ont pas réussi à augmenter leurs budgets d'éducation.

Tableau 1
TENDANCES DE L'ACTIVITÉ ÉCONOMIQUE EN ASIE DU SUD, 1980-2002

	Composition de la production par secteur (en % du PIB)						Part de la main-d'œuvre par secteur (en % du total)					
	Agriculture		Industrie		Services		Agriculture		Industrie		Services	
	1980	1995-2002	1980	1995-2002	1980	1995-2002	1985-86	2002	1985-86	2002	1985-86	2002
Bangladesh	49,4	17,6	14,8	27,9	35,8	54,6	56,5	62,0	11,5	10,0	33,7	24,0
Bhoutan	56,7	30,3	12,2	39,2	31,1	33,6	-	94,0	-	1,0	-	5,0
Inde	38,1	23,4	25,9	23,8	36,0	54,9	65,0	67,0	10,0	13,0	26,6	20,0
Iran (Rép. isl. d')	18,0	12,0 ²	32,0	39,0 ²	50,0	49,0 ²	36,4	23,0 ³	32,8	32,0	30,8	45,0
Maldives	31,0	7,2	6,0	20,8	63,0	72,0	-	22,0 ⁴	-	18,0	-	60,0
Mongolie	15,0	33,0 ¹	33,0	28,0 ¹	52,0	-	39,8	32,0 ¹	21,0	23,0 ¹	39,2	45,0 ¹
Myanmar	47,0	59,0 ¹	13,0	10,0 ¹	40,0	-	-	63,0	-	21,0	-	16,0
Népal	61,8	39,2	11,9	20,8	26,3	43,9	93,0	81,0 ⁵	0,6	3,0 ⁵	6,4	6,0 ⁵
Pakistan	30,6	22,3	25,6	21,2	43,8	56,4	49,6	48,0	12,4	18,0	38,0	34,0
Sri Lanka	26,6	21,4	27,2	24,7	46,2	54,0	49,8	42,0	18,8	23,0	32,2	35,0
Asie du Sud	37,8	24,6 ¹	25,0	30,2 ¹	37,2	55,2 ¹	62,8	64,6 ¹	10,6	14,8 ¹	27,2	18,6 ¹

Notes :

1. Données se rapportant à 1997.
2. Données se rapportant à 2002 tirées d'Encarta. msn.com/encyclopedia-761567300_3/iran.html.
3. Données se rapportant à 1996.
4. www.mapquest.com/atlas/main.adp?region=maldives.
5. Données se rapportant à 1999, même source que pour 4 ci-dessus.

Autres sources : UNESCO (1998), *Rapport mondial sur la science 1998* ; RIS (2003), *SAARC Survey of Development and Cooperation 2002-2003* ; Asian Survey (1999), *Asian Survey*, 39 (1), p. 115-169 ; pour le PIB de 1997 de l'Inde, voir *Economic Times*, 27 janvier 2000, New Delhi ; pour le PIB de 1997 de la République islamique d'Iran, voir PBO/UN (1999), *Human Development Report of the Islamic Republic of Iran*.

LE CONTEXTE ÉCONOMIQUE

Jusqu'à la fin des années 80, la plupart des pays de la région suivaient une stratégie de développement qui privilégiait l'industrialisation fondée sur la substitution des importations et l'autosuffisance. Depuis le début des années 90, ils sont passés – à l'exception peut-être de la République islamique d'Iran – d'une politique de repli sur soi à une politique de libéralisation économique favorisant la mondialisation et les exportations. Les perspectives de croissance pour 2004-2005 et au-delà ne sont pas décourageantes, car le PIB devrait augmenter de 6 à 7 %, soit la progression la plus rapide après celle de la Chine. Cela a favorisé un afflux de capitaux, de technologies et de partenariats avec des entreprises extérieures, enclenchant une modification de la composition de la structure de production. Comme le montrent les données de l'Association sud-asiatique de coopération régionale (SAARC), regroupant 7 nations, où la part de l'agriculture dans le PIB a baissé entre 1980 et 2002, il y a eu une augmentation correspondante des parts de l'industrie et des services (tableau 1). Le secteur des services est devenu le moteur principal du développement dans la région, représentant plus de la moitié de toute la croissance économique. Malgré cette évolution, l'Asie du Sud reste une économie agraire, avec environ 64 % de la main-d'œuvre et de la population tributaires de l'agriculture.

Dans la région de la SAARC, les secteurs de l'industrie et des services ont connu une croissance régulière de 1981 à 1999. Alors que l'agriculture a progressé en moyenne de 2,3 % durant cette période, les secteurs de l'industrie et des services ont enregistré une croissance moyenne d'environ 6 %, faisant de l'Asie du Sud une des régions du monde à la croissance la plus rapide. Le secteur des services devrait prendre une importance considérable dans la région, qui a enregistré une performance assez impressionnante au cours de la décennie écoulée, avec une croissance moyenne de 6,9 %. Il est quelque peu paradoxal que, bien que la part du secteur des services dans le PIB se soit considérablement accrue entre 1986 et 2002, la part de la main-d'œuvre ait diminué. Cela indique que les processus de modernisation ne créent pas d'emplois dans ce secteur aussi vite qu'augmente la population. La transformation d'une

économie fondée sur l'agriculture en une économie fondée sur l'industrie et les services paraît devoir se poursuivre dans les années à venir, mais ce qui est aussi évident, c'est le rôle significatif joué par le secteur des petites et moyennes entreprises manufacturières, à distinguer de l'ingénierie et de l'industrie lourde.

Malgré cette baisse globale de la part de l'industrie et des services dans la main-d'œuvre entre 1986 et 2002 en Asie du Sud, il y a eu une évolution remarquable de la composition de l'apport de l'industrie et des services au PIB. Sauf au Bhoutan et au Népal, la contribution du secteur des services au PIB dans les pays d'Asie du Sud a franchi la barre des 50 %. On peut constater des changements spectaculaires dans le secteur des services surtout en Inde, grâce essentiellement à l'industrie indienne des technologies de l'information (TI), qui a enregistré un taux cumulé de croissance annuelle de plus de 41 % de 1994 à 1999 avant de retomber à environ 32 % en 2004. Le marché des TI a dépassé les 19 milliards de dollars en 2004 et il devrait atteindre 50 milliards de dollars d'ici à 2008. L'avenir

Tableau 2
SCIENTIFIQUES ET INGÉNIEURS EN ASIE DU SUD,
2000-2004

Pays	Population totale (en millions) 2003	Scientifiques et ingénieurs par million d'habitants*
Bangladesh	138	51
Bhoutan	2	–
Inde	1 064	157
Iran (Rép. isl. d')	67	590
Mongole	3	1 370
Myanmar	48	–
Népal	25	40
Pakistan	148	69
Sri Lanka	19	191

* Équivalent plein temps.

Source : pour les données sur la population : www.worldbank.org/data/databytopic/sas-wdi.pdf et www.sarid.net/development/index.htm#statistics ; pour les scientifiques et les ingénieurs : Banque mondiale (2002, 2003), *World Development Report* ; National Science Foundation, Colombo ; Pakistan Council for Science and Technology, Islamabad ; Department of Science and Technology, New Delhi ; BANSOC, Dhaka ; ministère de la Science et de la Technologie, de l'Éducation et de la Culture de la Mongolie ; PBO (Iran 1400 Committee), IROST, République islamique d'Iran.

paraît prometteur : une source du ministère des Technologies de l'Information indique que, d'ici à 2008, environ 35 % du total des recettes en devises étrangères de l'Inde devraient venir des exportations de logiciels, fournissant des emplois à 2,2 millions de personnes et représentant une capitalisation boursière de 225 milliards de dollars (Kumar, 2000).

En République islamique d'Iran, de 1995 à 1998, l'agriculture a enregistré une croissance moyenne de 3,6 %, tandis que pour l'industrie la croissance a été de 2,4 % et pour les services de 5,4 %. Le pays comptait essentiellement sur les recettes assurées par les exportations de pétrole, mais, après des années de baisse des recettes pétrolières depuis 1975, les plans de développement ont commencé à mettre l'accent sur l'industrie à la fin des années 90. Les vieilles politiques protectionnistes continuent de pénaliser lourdement le dynamisme économique, particulièrement les investissements étrangers directs et les importations de technologie. La croissance de l'ingénierie et des technologies de pointe est sévèrement handicapée par la concentration de l'industrie dans le secteur public. Ces politiques de repli sur soi ont empêché à la fois la concurrence et la croissance dynamique du secteur industriel privé (PBO/UN, 1999).

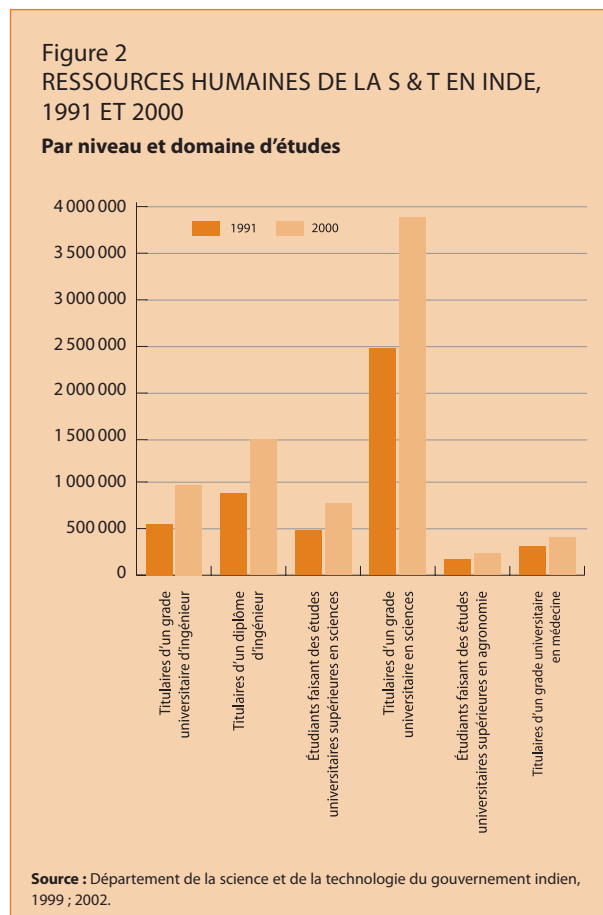
L'EFFORT EN MATIÈRE DE S & T

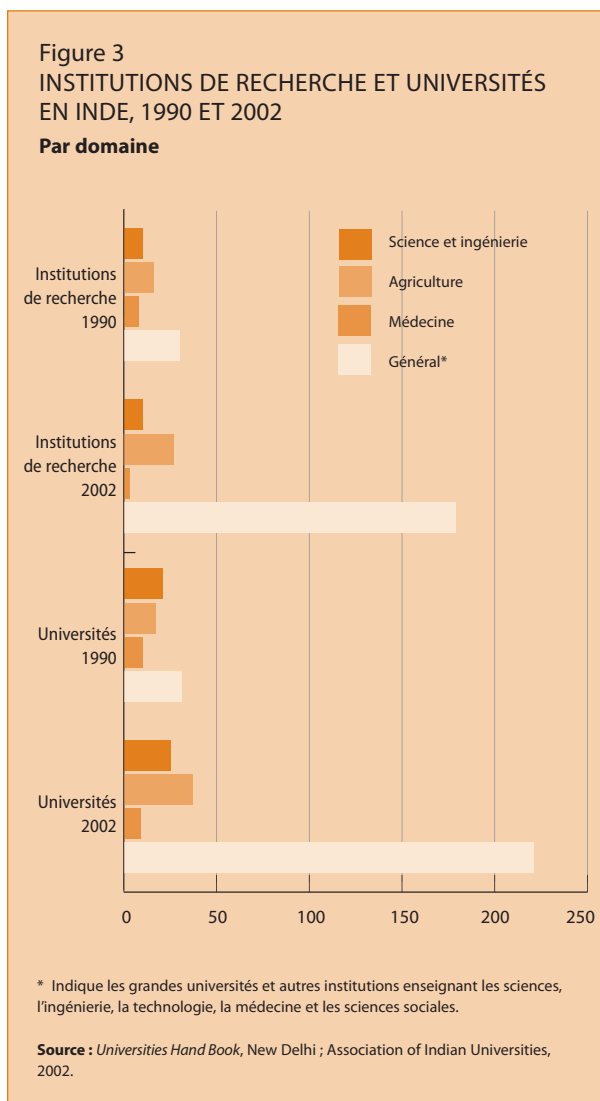
Le fait que la S & T et l'enseignement supérieur sont considérés comme un facteur crucial des processus de développement, de modernisation et d'industrialisation ressort clairement des plans nationaux des différents gouvernements d'Asie du Sud. Chaque pays a créé un ministère de la Science et de la Technologie, faisant souvent partie du portefeuille de l'éducation. À première vue, cela indique que l'on accorde de l'importance à la S & T. Malheureusement, il subsiste un énorme décalage entre les apparences et la réalité. L'importance formelle accordée aux politiques de S & T ne se traduit pas par des investissements réels. Le chiffre « historique » de 1 % du PIB consacré à la R & D pour les pays en développement, préconisé par de nombreux organismes internationaux et nationaux depuis la Conférence de Vienne de 1979 sur la science et la technique au service du développement, est encore une chimère pour la plupart des pays d'Asie du Sud.

PROFILS NATIONAUX

Inde

Parmi ses voisins d'Asie du Sud, l'Inde se distingue pour ce qui est des investissements nationaux dans la R & D et des ressources humaines de la S & T; elle reste aussi leader en termes de publications de S & T. Ses politiques de S & T ont toujours mis l'accent sur le développement des ressources humaines. Comme le montre la figure 2, toutes les catégories de personnel de S & T ont progressé durant la dernière décennie. Le nombre d'universités a aussi considérablement augmenté, passant de 209 en 1990 à plus de 300 en 2005, grâce à la décision de la *University Grants Commission* d'autoriser plusieurs universités privées. De plus, 7 universités indiennes figurent en bonne place sur la liste des 20 premières universités d'Asie en 2000 (tableau 3, p. 267).

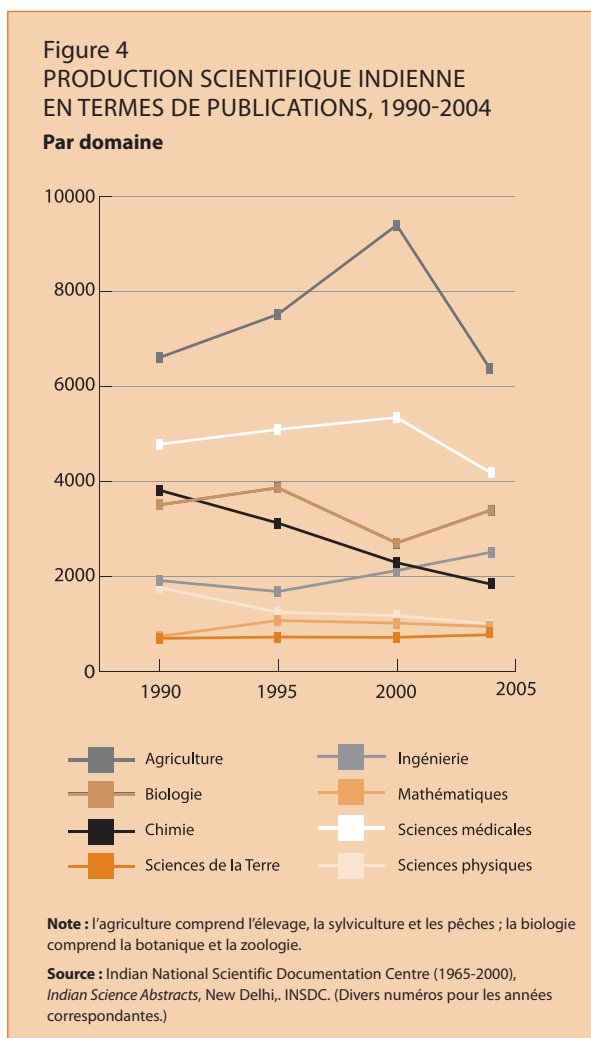




En termes de publications scientifiques et technologiques, bien que l'Inde continue à distancer tous les autres pays de la région, les quinze dernières années ont vu un net recul, en particulier entre 2000 et 2004 (figure 4). Il est intéressant de noter que, alors que les publications des résidents chinois représentaient presque un tiers des publications des scientifiques indiens au milieu des années 80 (3 238 contre 11 222 pour l'Inde en 1985), la Chine a maintenant dépassé l'Inde, avec un chiffre remarquable de 22 061 publications indexées dans le *Science Citation Index* (SCI) de l'*Institute of Scientific Information* de Philadelphie (États-Unis d'Amérique),

contre 12 127 pour l'Inde (Arunachalam, 2002). Même si la politique de S & T a mis l'accent ces cinq dernières années sur une gestion de la propriété intellectuelle privilégiant les brevets, la relative stagnation et le déclin de la production de S & T, mesurée en termes d'articles, ont suscité un débat dans les milieux indiens de la S & T.

Cependant, le fait nouveau le plus marquant pour l'Inde a été le franchissement de la barre historique de 1 % du ratio DIRD/PIB en 2004 (faisant jeu égal avec la Chine). L'Inde a toujours accordé une grande priorité à la S & T et à l'enseignement supérieur, tendance instituée par Jawaharlal Nehru, Premier ministre de l'Inde. Conformément à cette



tradition, l'actuel Premier ministre, Manmohan Singh, a souligné l'engagement du gouvernement en faveur de la politique de S & T à la 92^e session du Congrès scientifique indien à Ahmedabad en 2005. Parmi les engagements les plus importants, il convient de noter :

- le développement de la science fondamentale et de la science appliquée et la promotion de l'excellence;
- la reconstruction de la base scientifique dans les universités;
- l'encouragement des partenariats public-privé;
- la débureaucratisation des institutions de S & T et la préservation de l'autonomie académique;
- la création de perspectives de carrière stimulantes pour les scientifiques afin de retenir les talents dans le pays et de les encourager par le développement d'une douzaine de grands centres d'excellence comme l'Institut indien des sciences de Bangalore, qui est une des plus anciennes institutions d'enseignement et de recherche du pays (il a été créé en 1909).

Parmi les autres initiatives gouvernementales notables, on peut signaler le lancement de l'Initiative sur les nanosciences et les nanotechnologies, avec un financement de 1 milliard de roupies (Re)¹, une allocation budgétaire de 1 milliard de roupies à l'Institut indien des sciences de Bangalore pour porter sa base scientifique au niveau mondial, des initiatives du *Millennium Indian Technology Leadership* pour dynamiser la capacité d'innovation dans les technologies du Conseil pour la recherche scientifique et industrielle (CSIR), une Fondation nationale pour l'innovation qui sera gérée par le Département de la science et de la technologie (DST) et deux grands dispositifs mis au point par le DST pour promouvoir la commercialisation des résultats de recherche et fournir un capital-risque pour les technologies et les processus de R & D économiquement viables élaborés dans les laboratoires nationaux.

Les efforts de l'Inde pour promouvoir la S & T au cours de la dernière décennie ont contribué à l'émergence du pays comme importante « puissance du savoir » dans l'économie

mondiale. En inaugurant une cérémonie de remise des prestigieux prix Shanti Swarup Bhatnagar à New Delhi en 2004, le Premier ministre a fièrement fait observer que l'Inde était classée au 24^e rang du classement, établi par la Rand Corporation, des 129 nations scientifiques. Cela est dû dans une large mesure aux réalisations dans les quatre principaux secteurs des connaissances scientifiques : les technologies de l'espace (y compris l'industrie aérospatiale), les logiciels des TIC, la biotechnologie et les produits pharmaceutiques.

On peut dire que l'heure de gloire de la recherche spatiale indienne remonte au lancement du Système national indien de satellites (INSAT) au début des années 80, avec un système unique combinant télécommunications, télédiffusion, météorologie et alerte aux catastrophes. Aujourd'hui, l'INSAT est devenu un des plus grands systèmes de satellites du monde. Avec les années, l'Inde s'est dotée de capacités de pointe dans les domaines de la conception et de la construction de satellites, de stations terrestres, de fusées et de plates-formes de lancement de satellites, ainsi que dans les domaines des logiciels et de l'électronique des matériels et des télécommunications. En 2000, l'Inde a lancé le satellite de troisième génération INSAT 3B, en 2001, le Véhicule de lancement de satellites polaires (PSLV), capable de placer des satellites de 1 000 à 1 200 kilos sur une orbite polaire héliosynchrone à 820 kilomètres d'altitude et, à partir de 2001, le Véhicule de lancement de satellites géosynchrones (GSLV), qui peut placer des satellites sur une orbite de transfert géosynchrone d'approximativement 180 × 32 155 km. La version PSLV-C2 a lancé deux petits satellites, l'un pour la République de Corée et l'autre pour l'Allemagne, en même temps que le satellite indien IRS-P4 en mai 1999. Parmi les autres lancements importants, on peut mentionner celui du satellite du réseau d'éducation (EDUSAT), effectué avec succès le 20 septembre 2004 à partir de la plate-forme du GSLV à Sriharikota, et ceux des satellites CARTOSAT-1 et HAMSAT, pour la cartographie et les réseaux de radio, effectués avec succès à partir de la plate-forme du PSLV à Sriharikota le 5 mai 2005.

Ces cinq dernières années, la recherche spatiale indienne a commencé à jouer un rôle social et économique majeur : 85 %

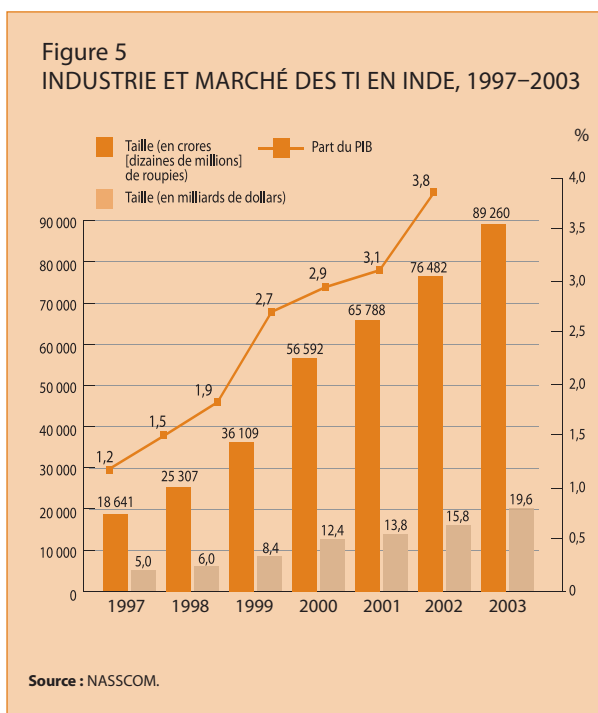
1. 43 roupies indiennes (Re) équivalaient à 1 dollar des États-Unis d'Amérique en juin 2005.

de la population indienne de plus de 1 milliard d'habitants a désormais accès à la télévision via le système INSAT. L'INSAT peut aussi avoir des utilisations météorologiques et contribuer à l'alerte rapide aux catastrophes naturelles. Le système INSAT est devenu un outil éducatif important pour s'attaquer au problème de l'analphabétisme de masse en offrant une formation sur place aux ouvriers et aux paysans. Les systèmes de recherche spatiale contribuent à la gestion des ressources naturelles et à la localisation des eaux souterraines et des ressources minérales. L'Inde va maintenant utiliser ses capacités de technologie spatiale pour le lancement commercial de satellites. Elle joue déjà un rôle important dans la région par l'intermédiaire de son entité commerciale, l'Antrix Corporation Ltd. Celle-ci fournit des services de télémétrie, de tests en orbite et de soutien, une formation spécialisée et divers autres types de services et de conseils techniques en rapport avec les systèmes, les technologies et les applications spatiales. Elle a réalisé des progrès réguliers et substantiels au long des années en termes de performances financières, avec un chiffre d'affaires dépassant 3 milliards de roupies.

Étroitement liées à la technologie spatiale sont la recherche et l'innovation dans l'industrie aérospatiale. Le lancement du prototype d'avion civil construit en Inde, le SARAS, et d'un avion de combat léger au cours des trois dernières années témoigne lui aussi des progrès accomplis dans ce domaine.

Le deuxième secteur qui a changé l'image de l'Inde à l'étranger ces dernières années est celui des TIC, et surtout du secteur des logiciels. Ce n'est pas un hasard si le *New Scientist*, dans son numéro du 19 février 2005, qualifie l'Inde de « prochaine superpuissance du savoir », tirant une grande partie de ses conclusions du secteur des logiciels des TIC. Alors que plus de 100 des entreprises classées parmi les 500 leaders mondiaux par *Fortune* ont déjà implanté des antennes de R & D sur les TIC et autres domaines technologiques de pointe en Inde ces cinq dernières années, les entreprises indiennes de logiciels fournissent en 2005 toutes sortes de services (connus sous le nom de services d'externalisation des opérations et de services facilités par les TI) à 400 de ces firmes mondiales de premier plan. Aujourd'hui, quelque 3 000 entreprises de TI exportent dans plus de 150 pays du monde. Comme le montre la figure 5, le marché indien des logiciels a quadruplé en six ans, pour atteindre 20 milliards de dollars en 2004, représentant environ 3,82 % du PIB de l'Inde, contre 1,22 % en 1998. On estime que les exportations indiennes de logiciels devraient passer de 12,5 milliards de dollars aujourd'hui à 30 milliards de dollars en 2008. Contrairement aux idées reçues concernant le secteur indien des logiciels, considéré comme exclusivement impulsé par les réseaux mondiaux de production et les exportations, ces chiffres montrent clairement la rapidité de l'évolution du marché interne des TI. Ce marché est incontestablement un facteur clé du développement et de la croissance du secteur des logiciels de TI, mais les efforts des pouvoirs publics et ceux des organisations non gouvernementales pour combler la fracture numérique ont produit des résultats encourageants au cours de la décennie écoulée.

La Fondation M. S. Swaminathan, à Chennai, a mis au point un modèle de « biovillage » dans lequel la technologie de l'information sert à aider les ruraux à acquérir des compétences de communication et à donner une valeur



ajoutée, grâce aux connaissances, aux systèmes agricoles, aux ressources biologiques et à la biotechnologie. Parmi les autres évolutions importantes, certaines des plus récentes sont la mise au point et la commercialisation de SIMPUTER, ordinateur de fabrication indienne simple et économique qui peut tenir dans la main et dont le prix est inférieur à 150 dollars; un deuxième exemple est celui d'un ordinateur portable qui coûte moins de 200 dollars à l'achat. Ces produits sont le résultat de partenariats public-privé dans le domaine des TIC visant à aider les pauvres à accéder à la révolution de l'information et à en bénéficier.

Le marché intérieur des TI en Inde doit sa rapide croissance à de grands projets de gouvernance en ligne lancés tant par le gouvernement central que par les gouvernements des États; ces projets ont été conçus pour informatiser la fiscalité, le cadastre, l'immatriculation des véhicules à moteur et la délivrance des licences, la paie et le versement des salaires, les réseaux de transport, etc. De plus, comme R. A. Mashelkar, directeur général du CSIR, l'a fait observer dans un entretien accordé à la chaîne de télévision Gurusonline en février 2005, « ces trois dernières années, les exportations indiennes ont énormément augmenté non seulement du fait de la compétitivité de nos coûts, mais aussi et surtout du fait du facteur qualité. La force essentielle de l'Inde tient à la qualité de ses ressources humaines ». Il y a environ 4 000 centres de formation aux TI (dont 1 700 sont privés) et 1 208 écoles d'ingénieurs qui enseignent les TI et les disciplines connexes de l'ingénierie. Actuellement, les entreprises et institutions indiennes emploient environ 290 000 ingénieurs. Selon une enquête publiée par le News Network de l'*India Times* le 16 juin 2005, l'industrie des TI a connu une croissance rapide du nombre des autres employés du secteur des logiciels et des services, qui a triplé pour atteindre 697 000 entre 2001 et 2004.

Le troisième secteur qui a suscité une grande attention ces cinq dernières années est celui de l'industrie pharmaceutique indienne, qui est considérée comme la cinquième du monde après celles des États-Unis d'Amérique, du Japon, de l'Europe et de la Chine pour ce qui est du volume de production; l'industrie pharmaceutique indienne représente 8 % du total mondial

(Lalitha, 2002). Quelque 350 des 550 médicaments de base sont actuellement produits en Inde et le pays est autosuffisant pour chaque médicament essentiel. Un indicateur important de la réussite de ce secteur est la tendance des exportations. L'industrie est passée d'une balance commerciale déficitaire à la fin des années 80 à un excédent de 39 060 millions de roupies à la fin des années 90 et de 65 000 millions de roupies en 2003, selon l'Association indienne des producteurs de médicaments. La réussite relative de ce secteur est dans une large mesure attribuable à l'originalité de la loi indienne sur les brevets de 1971, qui, jusqu'à 2005 (voir encadré, p. 266), a accordé aux procédés brevetés une protection d'une durée de sept ans (au lieu de la durée de protection de vingt ans accordée ailleurs aux produits) pour encourager ce qu'on appelle l'« ingénierie inverse » (voir aussi Lalitha, 2002; Ramani, 2002). Cela a permis au pays d'« endogéniser » presque tous les médicaments de base en renforçant les capacités de S & T dans le domaine de la recherche chimique et pharmaceutique des laboratoires de recherche publics et des entreprises; dans le même temps, le développement de l'enseignement supérieur a permis d'obtenir les ressources humaines requises.

Une caractéristique importante du secteur pharmaceutique indien a été l'évolution des capacités technologiques. Celles-ci sont passées par les stades successifs du soutien technologique, du développement technologique (fondé sur l'ingénierie inverse), du renforcement des capacités de découverte de médicaments et de l'exploitation de la base d'innovation aux fins de la commercialisation. Si les brevets délivrés aux États-Unis d'Amérique pour des inventions indiennes et les demandes au titre du Traité de coopération en matière de brevets (PCT) sont utilisés comme indicateur clé de réussite au cours des dernières années, il est instructif d'apprendre que plus de 70 % des 300 brevets délivrés aux États-Unis d'Amérique pour des produits pharmaceutiques des années 1990 à 2002 l'ont été en faveur d'entreprises et d'institutions indiennes. Par ailleurs, le nombre des demandes présentées dans le cadre du PCT a doublé, passant de 1 099 en 1998 à plus de 2 000 pour la période 2000-2003 (voir aussi Lalitha, 2002; Hirwani, 2004). Plus de la moitié de ces

Les Instituts indiens de technologie

L'Inde compte 7 Instituts indiens de technologie (IIT), à Kharagpur, Mumbai (Bombay), Chennai (Madras), Kanpur, New Delhi, Guwahati et Roorkee. Les IIT ont des départements qui offrent des programmes d'études en ingénierie comme dans les sciences pures afin que les futurs ingénieurs acquièrent une solide formation dans les sciences fondamentales. Des programmes sont aussi proposés dans des domaines interdisciplinaires. Les IIT font de la recherche fondamentale et appliquée parrainée et offrent des services de conseil industriel au secteur public et au secteur privé, y compris à un certain nombre de sociétés multinationales. Ils font aussi de la recherche en collaboration avec de grandes universités indiennes et étrangères (dont des institutions du Bangladesh, du Canada, d'Allemagne et du Royaume-Uni). Les centres de recherche gérés par les IIT comprennent, par exemple, le Centre de robotique, le Centre de technologie du laser et le Centre de recherches de pointe en science des matériaux (IIT Kanpur), le Centre de technologie des composites et le Centre de recherche en biotechnologie (IIT Chennai).

Les IIT accueillent quelques-uns des talents les plus prometteurs du pays. Moins de 1 % des 250 000 candidats y sont admis chaque année, taux d'admission qui exclut presque tous les étudiants à l'exception des plus brillants et explique pourquoi les universités des États-Unis d'Amérique sont si désireuses de recruter des étudiants des IIT pour leurs propres campus. En comparaison, le taux d'admission est de plus de 10 % dans les meilleures universités des États-Unis d'Amérique (Rajghatta, 1999).

La révolution de l'information a rendu millionnaires nombre d'anciens élèves des IIT. Elle leur a aussi valu une réputation internationale d'excellence. En 2000, les IIT occupaient cinq des huit premières places parmi les universités de S & T en Asie, selon une enquête du magazine *Asiaweek* (tableau 3).

Les diplômés des IIT sont aujourd'hui intensément courtisés par les universités des États-Unis d'Amérique, qui les attirent en leur offrant des bourses, une allocation logement ou un stage

rémunéré dans une entreprise américaine. Cette stratégie semble payante : on estime que 20 000 diplômés des IIT vivent rien qu'aux États-Unis d'Amérique, soit environ 20 % des diplômés produits par les Instituts depuis leur création il y a cinquante ans. Selon le magazine *Businessweek*, publié aux États-Unis d'Amérique, pas moins de 30 % des diplômés de l'IIT de Madras sont partis aux États-Unis d'Amérique en 1998. Cette fuite des cerveaux est maintenant contrebalancée par le retour de spécialistes en Inde (forme de gain de cerveaux et de circulation des cerveaux) pour surfer sur la vague des révolutions des TI et des biotechnologies. Selon une estimation (entretien avec un professeur de l'IIT de New Delhi le 5 juillet 2005), ces spécialistes, ainsi que les entreprises à capitaux indiens de Silicon Valley, aux États-Unis d'Amérique, auraient créé quelque 200 jeunes entreprises petites et moyennes à Bangalore, Hyderabad, Pune et New Delhi et dans d'autres villes indiennes.

Il existe des projets visant à injecter 1 milliard de dollars dans les IIT pour améliorer leur infrastructure et la qualité de la recherche. Ce montant est jugé nécessaire pour permettre à un plus grand nombre de candidats d'être admis dans les IIT et d'élever le niveau des enseignants de façon qu'il égale celui des meilleures universités des États-Unis d'Amérique comme Harvard et le Massachusetts Institute of Technology (MIT). On compte sur les anciens élèves, aux États-Unis d'Amérique et ailleurs, pour assurer en partie le financement de ce projet. Bien que ce soit là une approche nouvelle pour les IIT, c'est une pratique courante pour Harvard et le MIT, qui ont découvert depuis longtemps que les anciens élèves prospères font de généreux bienfaiteurs (Goel, 2000).

À la première Conférence mondiale des anciens élèves des IIT, organisée en janvier 2003 au cœur de la Silicon Valley, dans l'État de Californie (États-Unis d'Amérique), Bill Gates, président de la société Microsoft, a prononcé l'allocution inaugurale. La deuxième Conférence s'est tenue elle aussi aux États-Unis d'Amérique, à Washington, D. C., en mai 2005. L'objectif déclaré était d'encourager

la recherche en collaboration entre les IIT et le secteur industriel, les universités et le gouvernement des États-Unis d'Amérique, de promouvoir la mise en réseau des anciens élèves et d'« aider les anciens élèves à remercier leur communauté » (voir www.iit2005.org).

Tableau 3
LES 20 PREMIÈRES UNIVERSITÉS DE S & T EN ASIE, 2000

Classement	Pays/ territoire	Université
1	République de Corée	Institut supérieur coréen de science et de technologie
2	République de Corée	Université de science et de technologie de Pohang
3	Inde	Institut indien de technologie, Bombay
4	Inde	Institut indien de technologie, Delhi
5	Inde	Institut indien de technologie, Madras
6	Japon	Institut de technologie de Tokyo
7	Inde	Institut indien de technologie, Kanpur
8	Inde	Institut indien de technologie, Kharagpur
9	Singapour	Université technologique Nanyang
10	Taiwan de Chine	Université de science et de technologie de Taiwan
11	Japon	Université scientifique de Tokyo
12	Hong Kong	Université polytechnique de Hong Kong
13	Japon	Institut de technologie de Nagoya
14	Inde	Université de Roorkee
15	Chine	Université de science et de technologie de Chine
16	Japon	Institut de technologie de Muroran
17	Chine	Université des postes et des communications de Beijing
18	Chine	Université de science et de technologie de Huazhong
19	Inde	Institut Birla de science et de technologie
20	Pakistan	Université nationale de science et de technologie

Note : les universités ont été évaluées par le magazine *Asiaweek* sur la base de cinq critères : réputation académique, sélectivité dans l'admission des étudiants, enseignants, recherche et ressources financières. *Asiaweek* a cessé de paraître après 2000.

Source : *Asiaweek*. <http://www.asiaweek.com/asiaweek/features/universities2000/index.html>.

brevets et demandes au titre du PCT ont eu pour origine des laboratoires publics, ce qui montre le rôle crucial joué par la recherche publique dans le contexte indien. Le plus important fait nouveau de la dernière décennie a été l'émergence de plus d'une douzaine d'entreprises pharmaceutiques et biopharmaceutiques indiennes. Ces entreprises mènent des activités de R & D, comme le montrent leurs dépôts de brevets et leurs activités de production de médicaments marquées par une sophistication croissante. Pour donner un exemple, une entreprise indienne a récemment proposé un « cocktail » anti-VIH au prix de 300 dollars, contre 10 000 dollars au prix du marché.

Le quatrième secteur remarquable est de plus en plus lié à l'industrie pharmaceutique puisqu'il s'agit de la biotechnologie. À maints égards, l'industrie de la biotechnologie suit le développement des nouveaux logiciels. Créé au début des années 80, le Département de biotechnologie (DBT) a été le principal moteur du secteur de la biotechnologie en ce qu'il a été à l'avant-garde des efforts visant à développer les ressources humaines et à générer des fonds publics pour la recherche. Les fonds publics alloués à ce secteur ont presque quadruplé entre la fin des années 1990 et 2004. Aujourd'hui, plus de 60 universités offrent des cours universitaires supérieurs en biotechnologie et des programmes connexes, dont à peu près la moitié sont financés par le DBT par le biais de la création de chaires et d'infrastructures de recherche. De plus, le DBT finance des bourses de doctorat et de postdoctorat destinées aux étudiants poursuivant leurs études en Inde ou dans des universités étrangères, essentiellement aux États-Unis d'Amérique, dans le cadre de son soutien à l'étude des domaines de pointe de la biotechnologie.

La première priorité du DBT est le développement de la base de ressources humaines de la biotechnologie. Le Vision Document publié par le BDT en 2001 souligne l'importance de former 1 000 spécialistes supplémentaires par an au cours des dix années à venir pour générer un corps professionnel de 15 000 à 20 000 personnes, afin de répondre à la croissance de la demande du secteur. Entre 1991 et 2002, le nombre de publications de recherche et de brevets dans le secteur de la biotechnologie a doublé (Kumar *et al.*, 2004; TIFAC,

La nouvelle ordonnance indienne sur les brevets

La nouvelle ordonnance modifiant la loi indienne sur les brevets de 1970 est entrée en vigueur le 1^{er} janvier 2005. L'Inde est maintenant en conformité avec l'Accord sur les aspects des droits de propriété intellectuelle qui touchent au commerce (ADPIC) de l'Organisation mondiale du commerce (OMC). L'ancienne loi indienne sur les brevets ne permettait pas de faire breveter les médicaments, les produits alimentaires et les produits chimiques et n'accordait que des brevets sur les procédés pour une durée maximale de sept ans. Les modifications les plus importantes apportées par la nouvelle ordonnance sont les suivantes :

- L'ordonnance étend la possibilité d'obtenir des brevets à tous les domaines de la technologie, y compris la médecine, l'alimentation et la chimie, offrant une protection d'une durée de vingt ans. Elle élimine les droits exclusifs de commercialisation, qui conféraient une protection analogue à celle qu'offrent les brevets sans la délivrance de brevets. Elle permet aussi de faire breveter les logiciels qui ont une application technique ; les logiciels incorporés peuvent donc maintenant être brevetés.
- Elle prévoit que la « simple utilisation nouvelle » d'une substance connue ne peut être brevetée.
- Elle renforce aussi les procédures de contestation des brevets en permettant une telle contestation aussi bien avant qu'après la délivrance du brevet. Les délais fixés pour l'examen des brevets ont aussi été abaissés de quarante-huit à trente-six mois.
- Elle contient une disposition permettant d'accorder des licences obligatoires pour l'exportation de médicaments vers les pays qui ont une capacité insuffisante ou nulle de production, afin de faire face aux urgences de santé publique (conformément à la Déclaration de Doha sur les ADPIC et la santé publique). Cela signifie que les entreprises indiennes pourront produire et exporter des médicaments contre le SIDA vers les pays d'Afrique et d'Asie du Sud-Est.
- Une autre modification consiste en l'introduction d'une disposition n'autorisant le dépôt des demandes de brevets en vertu du système de la « boîte aux lettres » qu'à partir de la date de la délivrance du brevet et non rétrospectivement à compter de la date de publication. Cette disposition évitera à de nombreuses entreprises indiennes d'être attaquées en justice pour contrefaçon par des multinationales qui, autrement, auraient obtenu des brevets sur des médicaments que les entreprises indiennes auraient déjà mis sur le marché.
- La nouvelle ordonnance suscite aussi une certaine préoccupation dans les secteurs pharmaceutique et agricole indiens, étant donné qu'elle permettra aux multinationales de dominer l'économie indienne. Cependant, 97 % de tous les médicaments fabriqués en Inde sont des génériques et ne seront donc pas touchés. Ces génériques comprennent tous les médicaments vitaux, de même que les médicaments utilisés au quotidien pour soigner les affections courantes.
- L'ordonnance comporte aussi une disposition prévoyant l'acquisition pure et simple du brevet pour répondre aux besoins nationaux.
- L'ordonnance encouragera les entreprises pharmaceutiques indiennes à mettre l'accent sur la croissance innovante fondée sur la R & D.

L'industrie pharmaceutique et biotechnologique indienne offre des perspectives immenses à l'externalisation de la recherche. Désormais, avec le cadre juridique approprié en place pour la protection des résultats de cette recherche, l'Inde pourrait devenir une plaque tournante mondiale de la recherche.

Source : http://iplg.com/resources/articles/india_new_patent_ordinance.html.

2004). Durant la même période, les crédits budgétaires publics alloués au DBT ont pratiquement quadruplé, passant de 740 millions de roupies en 1991 à environ 2 800 millions de roupies en 2004 (Département de biotechnologie, New Delhi).

D'autres organismes scientifiques comme le CSIR, le Conseil indien de la recherche médicale, le Conseil indien de la recherche agricole, le DST et le ministère des Forêts et de l'Environnement financent divers programmes à base de biotechnologie dans les domaines agricole, médical, environnemental et autres domaines connexes, ce qui a pour effet de doubler, en termes budgétaires, le montant des investissements dans la S & T via le DBT. Ces cinq dernières années, le fait nouveau majeur dans le secteur de la biotechnologie a été la formation de trois grands « pôles biotechnologiques » de haute technologie fondés sur le savoir à Bangalore, Hyderabad (la « Vallée du génome ») et New Delhi. Là, des partenariats public-privé ont donné naissance à des fonds de capital-risque biotechnologique pour développer ces pôles. Les grandes universités indiennes et les laboratoires financés sur fonds publics se trouvent dans ces villes, qui ont toutes lancé des programmes de R & D à long terme dans tous les domaines de la biotechnologie.

Le développement des pôles biotechnologiques peut être qualifié de « triple hélice », à savoir un partenariat tripartite entre les pouvoirs publics, l'université et l'industrie, en l'occurrence pour favoriser l'innovation en biotechnologie et promouvoir par là aussi bien des objectifs scientifiques que des objectifs sociaux. Tandis que D. Balasubramanian, grand biologiste indien, décrit Hyderabad comme la « plaque tournante de l'activité en biotechnologie » (*Asia-Pacific Biotech News*, 21 février 2000), le fondateur de Biocon Inc. à Bangalore, Kiran Mazumdar-Shaw, souligne le fait que « la conjonction entre l'esprit d'entreprise du Karnataka et la vision, l'orientation stratégique et le soutien du gouvernement de l'Andhra Pradesh donnent à l'Inde un profil très affirmé » en biotechnologie (*BioSpectrum*, décembre 2003). (Le Karnataka est un État d'Inde du Sud.)

La valeur du marché indien de la biotechnologie est estimée à environ 2,5 milliards de dollars et elle pourrait

quadrupler d'ici à 2010, créant 1 million d'emplois. Selon une estimation, le secteur de la biotechnologie employait environ 25 000 personnes en Inde en 2005 (*Yahoo! India News*, 11 juillet 2005). Le Biotechnology Consortium of India (BCI) financé par le BDT regroupe 176 entreprises de biotechnologie, dont 49 % travaillent dans le domaine de l'agriculture, 25 % dans celui de la santé et 26 % dans celui de la biotechnologie environnementale; cela fait du secteur indien de la biotechnologie un des plus puissants de la région Asie-Pacifique avec ceux de l'Australie et de la Chine/Hong Kong (Ernst & Young, 2004). L'industrie biotechnologique indienne ne se limite cependant pas à l'aspect commercial de l'éventail de la S & T : elle est aussi très sensible aux besoins de la santé et du bien-être.

On peut constater dans une large mesure l'impact des récents efforts de l'Inde dans le domaine de la biotechnologie si on considère le domaine médical. La biotechnologie indienne a récemment suscité un intérêt mondial lorsqu'un groupe d'institutions scientifiques publiques comprenant des laboratoires du CSIR et des entreprises privées (Shanta Biotechnics, à Hyderabad, Bharat Biotech et le Serum Institute of India) ont mis au point trois vaccins contre l'hépatite B en 2000-2001 : alors que le prix des vaccins importés s'élevait à 16 dollars par dose, le prix des nouveaux vaccins n'est plus que de 0,50 dollar par dose en Inde (Kumar *et al.*, 2004).

Tableau 4
CENTRES D'EXCELLENCE AU PAKISTAN, 2004
Par domaine

Discipline	Université
Chimie analytique	Sind
Minéralogie	Balouchistan
Géologie	Peshawar
Biologie marine	Karachi
Physique de l'état solide	Panjab
Ingénierie hydraulique	Ingénierie et technologie (Lahore)
Psychologie	Quaid-I-Azam
Chimie physique	Peshawar
Biologie moléculaire avancée	Panjab

Source : Conseil pakistanais pour la science et la technologie (PCST).

Auparavant, un vaccin contre la lèpre avait été commercialisé en 1997-1998.

Le dynamisme du programme indien de biotechnologie dans le domaine de la santé est tout à fait remarquable. Huit autres vaccins sont en cours de mise au point et à divers stades des essais cliniques. Ces vaccins concernent le choléra, la fécondité chez les humains et les animaux, la diarrhée à rotavirus, l'encéphalite japonaise, la rage, la tuberculose, le paludisme et surtout le VIH/SIDA. Ces vaccins devraient être commercialisés pour 2006-2007, selon le DBT à New Delhi.

D'autres exemples de réussite du programme de biotechnologie au service de la santé sont la mise au point par des entreprises privées de thérapies utilisant les protéines recombinantes pour l'anémie, le diabète, la leishmaniose viscérale, le cancer et les maladies cardiovasculaires. Dans le domaine du diagnostic, des kits ont été mis au point pour le VIH-1, le VIH-2, l'hépatite C et la neurocysticercose.

Pakistan

Au Pakistan, la R & D est pour une large part le fait des 37 universités publiques et des 110 centres de recherche du pays. La DIRD est investie essentiellement par l'État, le secteur privé ne jouant qu'un rôle résiduel. La S & T bénéficie d'un soutien sans précédent de l'État sous la forme de budgets de R & D de plus en plus substantiels depuis que le président Musharraf est arrivé aux affaires en 2000. La S & T a été légitimée avant tout par les recommandations de la Commission nationale pour la science et la technologie organisée en mai 2000 sous l'autorité exécutive du président. Cette commission a dans l'ensemble entériné les priorités définies précédemment pour la S & T dans le neuvième plan quinquennal du pays, couvrant la période 1998-2003 (Naim, 2005). Par exemple, entre 1999 et 2004, alors que les dépenses totales de S & T passaient de 0,28 à 0,51 % du PIB, la DIRD a plus que doublé, passant de 0,11 à 0,24 % du PIB. La progression la plus notable a été celle des dépenses consacrées à l'enseignement supérieur, qui ont quasiment quadruplé, passant de 530 à 2 000 millions de roupies pakistanaïses (ReP)².

2. En juin 2005, 59 roupies pakistanaïses (ReP) équivalaient à 1 dollar des États-Unis d'Amérique.

À cet égard, il est intéressant de noter que l'Université nationale de science et de technologie du Pakistan figurait parmi les 20 premières universités d'Asie en 2000 (tableau 3).

Comme le montre le tableau 5, depuis l'arrivée du nouveau régime, le soutien à la S & T s'est concentré sur quatre domaines : l'agriculture, la santé, l'ingénierie et la défense et la recherche industrielle. Même si le soutien du Pakistan à la R & D et à l'enseignement supérieur a considérablement progressé ces cinq dernières années, ce pays présente encore un des ratios les plus bas du nombre de scientifiques et d'ingénieurs (69) par million d'habitants après le Bangladesh (51) et le Népal (40) (tableau 2). Ces chiffres se rapportent à 2000, mais la situation reste inchangée en 2005. C'est pourquoi le gouvernement accorde la plus haute priorité à l'enseignement supérieur, comme le démontrent la récente augmentation des crédits budgétaires et le lancement en 2001 par le ministère de la Science et de la Technologie de quatre grands programmes visant à accroître les effectifs de l'ensemble

Tableau 5
DIRD AU PAKISTAN PAR DOMAINE, 1998 ET 2001
En millions de roupies

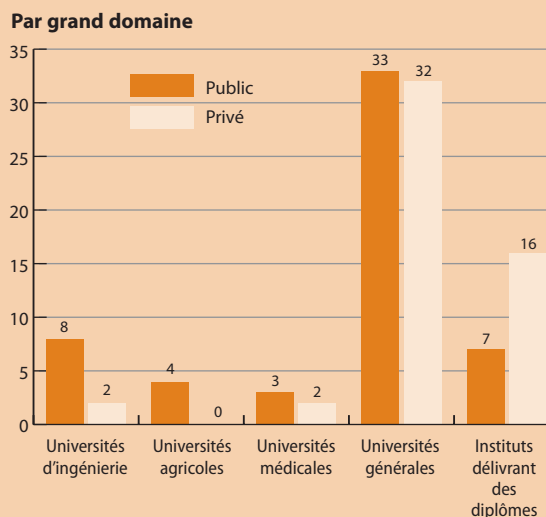
Domaine	1998	2001
Agriculture, élevage et pêches	1 368,44	1 766,81
Santé	113,04	126,26
Ingénierie et technologie	77,18	185,49
Recherche industrielle	244,14	531,76
Foresterie	52,94	58,31
Télécommunications	21,29	21,50
Logement et travaux publics	83,51	26,45
Sciences de la Terre	28,88	39,45
Énergie	38,81	41,36
Irrigation et ressources en eau	28,75	27,78
Services de S & T	10,20	22,20
Promotion de la science	11,75	17,27
Politique de S & T	6,31	36,50
Défense	95,47	161,27
Transports et communications	11,09	14,73
Météorologie	3,93	4,37
Ressources de l'océan et sciences de la mer	12,23	13,75
Total	2 207,97	3 095,23

Source : PCST.

des disciplines scientifiques de 60 à 700 doctorants par an. Un autre signe de la priorité donnée à l'enseignement supérieur est l'augmentation du nombre des universités, en particulier des universités privées, qui est passé de 33 en 1997 à 107 en 2004 (Naim, 2005).

En dehors de l'enseignement supérieur, la politique publique de S & T a été centrée ces cinq dernières années sur trois grands domaines : la biotechnologie, les TI et l'ingénierie. Dans le domaine des sciences biologiques modernes, deux laboratoires nationaux ont été créés ces dernières années – l'Institut national de biotechnologie et de génie génétique (NIBGE) et les Laboratoires de biomédecine et de génie génétique (BGEL) –, qui viennent s'ajouter au Centre de biologie moléculaire avancée de l'Université du Panjab, créé en 1981 (tableau 4). Le NIBGE a réalisé une percée majeure en trouvant une solution biotechnologique pour éliminer le virus CLCV, qui causait des dommages considérables à la production cotonnière. Le NIBGE a aussi utilisé avec succès

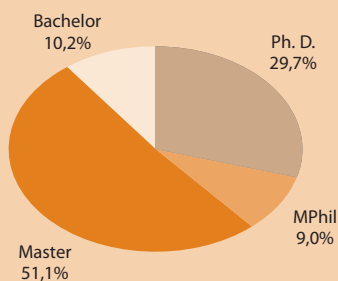
Figure 6
UNIVERSITÉS ET INSTITUTS DÉLIVRANT DES DIPLOMES AU PAKISTAN, 2004



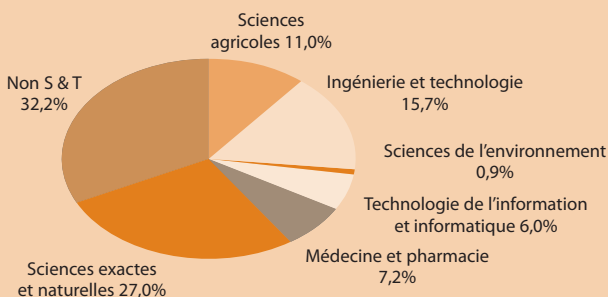
Source : Commission de l'enseignement supérieur, 2004. <http://hec.gov/htmls/hei/collunilist.htm> fourni par le PCST.

Figure 7
RESSOURCES HUMAINES DE LA S & T AU PAKISTAN, 2004

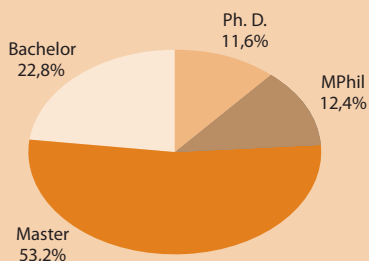
Secteur public : niveau du diplôme



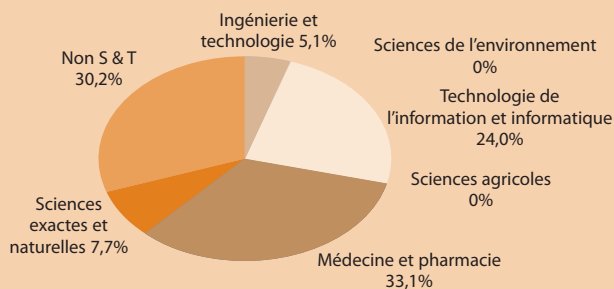
Secteur public : cohorte d'âge



Secteur privé : niveau du diplôme



Secteur privé : cohorte d'âge



Source : Commission de l'enseignement supérieur, 2004 : <http://hec.gov/htmls/hei/collunilist.htm> et PCST, Islamabad, Pakistan.

des microbes pour détoxifier les effluents et gérer les déchets et pour résoudre les problèmes posés par les produits de teinture et les produits chimiques. Pour sa part, le BGEL a identifié 20 locus génétiques responsables de la cécité, de la surdité et d'autres troubles, et perfectionné le typage ADN des antigènes de greffe pour les greffes d'organes. La réputation du BGEL a encore été rehaussée par la fréquence des citations de ses articles dans les revues internationales (Naim, 2005).

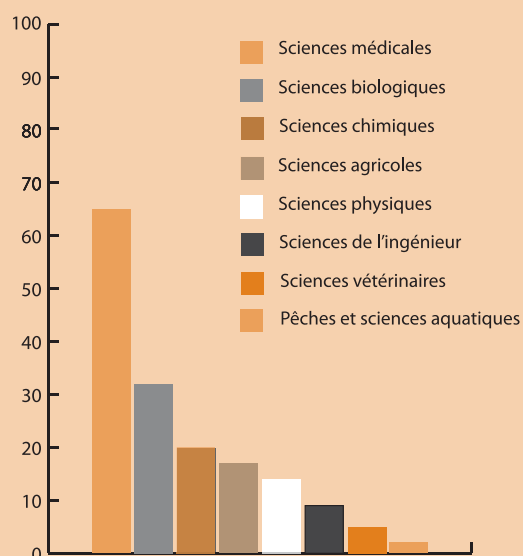
Sri Lanka

Selon une enquête sur la R & D réalisée par la Fondation nationale pour la science, à Colombo, la DIRD s'est établie à 18,1 millions de dollars, soit 0,19 % du PIB, en 2000. Ce chiffre était proche à la fois de celui de 1996 et de celui de 2004, ce qui indique une relative stagnation de l'effort national en matière de R & D. La poursuite de la guerre civile, à laquelle s'est ajoutée la catastrophe du tsunami de décembre 2004, a empêché Sri Lanka d'accomplir des progrès notables en matière de S & T ces cinq dernières années. Même si Sri Lanka compte un nombre impressionnant de scientifiques pour un pays d'Asie du Sud (191 scientifiques par million d'habitants en 2004, voir tableau 2), ce chiffre est lui aussi resté inchangé depuis 1996.

La stagnation des budgets de R & D se reflète clairement dans l'hésitation des étudiants à s'inscrire dans des programmes d'études universitaires supérieures. Alors que le nombre des étudiants de ces programmes a plus que doublé entre 1999 et 2003, passant de 181   439, le domaine de l'ingénierie a connu des hauts et des bas durant la même période, dont une baisse massive en 2002-2003, année où le nombre des étudiants dans ce domaine est tombé de 313 à 32 (tableau 6).

Figure 8
COPUBLICATIONS INTERNATIONALES AUXQUELLES
ONT PARTICIPÉ DES AUTEURS SRI-LANKAIS, 2000

Nombre par discipline



Source : Fondation nationale pour la science (2000), *National Survey on R & D*, NSF, Colombo.

La situation est plus contrastée si l'on considère l'évolution du nombre des diplômés entre 1995 et 2001 : augmentation en sciences (de 844   1 264), en ingénierie (de 458   548) et en médecine (de 442   904), mais relative stagnation ou même baisse dans les domaines des études dentaires, des études vétérinaires et de l'agronomie.

Les principaux signes de progrès de la S & T   Sri Lanka au cours des cinq dernières années sont l'augmentation du nombre des titulaires de doctorats travaillant dans les universités (719) et les instituts de R & D (180) et celle du

Tableau 6
EFFECTIF DES ÉTUDIANTS DE TROISIÈME CYCLE   SRI LANKA, 1999-2003

Année	Sciences	Agriculture	Ingénierie	Architecture	Médecine	études dentaires	Sciences vétérinaires	Total
1999	181	0	115	76	102	2	0	476
2001	286	55	168	0	14	0	0	523
2003	439	41	32	27	43	1	1	584

Source : Commission des bourses universitaires (2004), *Sri Lanka University Year Book 2003-2004*, Colombo ; Fondation nationale pour la science (NSF), Colombo.

nombre des publications internationales provenant de Sri Lanka. Selon l'enquête nationale sur la R & D susmentionnée, le pays a publié 120 articles dans tous les domaines de la S & T en 1994; le nombre d'articles est retombé à 87 en 1996, mais il est remonté à 164 en 2000 (Samarajeewa, 2003; Wickremasinghe et Krishna, 2005).

Le tableau 7 recense les principaux instituts de R & D à Sri Lanka. Comme le montre ce tableau, plus de 60 % de ces 19 instituts travaillent dans le domaine de l'agriculture

et les domaines de recherche apparentés. Ce chiffre est significatif si l'on considère que 42 % du PIB du pays vient de l'agriculture. Malgré l'importance de la biotechnologie et des sciences biologiques modernes pour l'agriculture et la recherche médicale, Sri Lanka n'a pas réussi à dynamiser ces instituts au cours de la dernière décennie, comme le montrent aussi bien les effectifs de ces institutions que leurs dépenses actuelles de R & D. La réaction d'un éminent spécialiste sri-lankais de la biologie moléculaire interviewé en 1999 reste d'actualité six ans après; il faisait observer que « le bilan des programmes de diplôme de recherche universitaire supérieure des universités locales est assurément lamentable ».

Le tableau d'ensemble que font apparaître les données est que « Sri Lanka ne possède pas la masse critique de personnel de biosciences/biotechnologie suffisamment formé nécessaire pour mener une activité de R & D productive en biotechnologie » (Karunanayake, 1999, p. 306). Il n'y a que deux ou trois groupes de recherche en biologie moderne à l'Université de Colombo et dans les autres institutions ayant des programmes d'études universitaires supérieures. Le manque de base adéquate de science et d'innovation pour ce domaine de pointe de la biologie dans la moitié des principaux instituts de recherche risque d'avoir de graves conséquences du point de vue de l'utilité de ces institutions pour l'économie sri-lankaise, dépendante comme elle l'est des plantations et des industries connexes.

Dans le domaine de la recherche industrielle, la scène est dominée par l'Institut de technologie industrielle (ITI, créé en 1955 et baptisé alors Institut de recherche scientifique et industrielle de Ceylan) et le Centre national de recherche-développement en ingénierie (NERDC). En 2004, l'ITI et le NERDC employaient 124 scientifiques et ingénieurs. Le problème majeur de l'Institut est le manque de scientifiques très qualifiés possédant des diplômes d'études universitaires supérieures. L'activité de ces institutions a principalement trait aux petites industries et au contrôle de qualité, aux tests et à l'assistance pour la résolution des problèmes industriels. C'est ce dernier élément, lequel a pris une importance de plus en plus grande ces dernières années, qui est préoccupant en ce qu'il détourne l'ITI et le NERDC

Tableau 7
PRINCIPALES INSTITUTIONS PUBLIQUES
DE R & D À SRI LANKA, 2004

Nom de l'institution	Scientifiques/ ingénieurs	Dépenses de R & D (en millions de roupies)*
Institut de recherche- développement horticole	64	0,4
Institut de recherche-développement sur les productions végétales	36	34,1
Institut de recherche- développement rizicole	17	23,8
Centre régional de recherche agricole	13	6,2
Institut de recherche sur le caoutchouc	38	100,0
Institut de recherche sur le thé	46	154,4
Institut de recherche sur la noix de coco	34	110,0
Institut de recherche sur la canne à sucre	19	–
Institut de technologie post-récolte	12	10,2
Institut de recherche agraire Hector Kobbekaduwa	30	48,0
Institut de recherche vétérinaire	29	40,4
Centre national de recherche- développement en ingénierie	47	101,7
Institut Arthur C. Clarke de technologie moderne	22	13,4
Organisation nationale de recherche sur le bâtiment	52	12,1
Institut d'études fondamentales	31	40,2
Institut de technologie industrielle	67	80,0
Centre de recherche-développement sur la céramique	7	4,6
Institut de recherche médicale	20	2,8
Institut Bandaranaike de recherche ayurvédique	17	44,7
Total	601	827,0

* 100 roupies sri-lankaises valaient 1 dollar des États-Unis d'Amérique en juin 2005.

Source : NSF, Colombo.

des programmes de R & D. Selon le Bureau national de la propriété intellectuelle de Sri Lanka, le nombre des brevets délivrés annuellement à des résidents entre 1995 et 2002 est resté stable, autour de 55 à 62 en moyenne. Une étude récente montre que, alors que les inventeurs individuels ont déposé 72 % des demandes de brevets et les institutions privées 22 % en 2000, la part des institutions publiques n'atteignait que 6 %. De plus, la même étude démontre que la majorité des brevets ont été délivrés pour de petites technologies (Amaradasa et de Silva, 2002).

Bangladesh

La performance du Bangladesh en matière de S & T a été assez catastrophique au cours de la décennie qui s'est écoulée jusqu'à 2004, avec un ratio DIRD/PIB d'à peine 0,01 %. Toutefois, ce chiffre, qui est celui que citent les bases de données internationales et les sources nationales, est entouré d'une certaine confusion. Le chiffre officiel est contesté par un expert éminent de la gestion de la technologie du Bangladesh, qui évalue le ratio à 0,22 % en 2005. Le potentiel de S & T du pays provient dans une large mesure de ses 21 universités et d'une poignée de grands organismes scientifiques comme l'Institut de recherche sur le riz du Bangladesh (BRRI) et le Conseil du Bangladesh pour la recherche scientifique et industrielle (BCSIR).

Parmi les 21 universités du Bangladesh, 16 se consacrent essentiellement à l'enseignement, les autres étant considérées comme des universités d'enseignement et de recherche. Selon les données disponibles, pour 11 universités pour 2003, il y avait plus de 16 000 étudiants diplômés dans les domaines comprenant les sciences exactes et naturelles, l'ingénierie et les sciences sociales. Sur ce total, 3 000 avaient obtenu leur diplôme en ingénierie et en médecine. On estime à 1 368 le nombre des étudiants faisant des études universitaires supérieures dans les disciplines de S & T qui sont sortis des universités en 2003 (Islam, 2005).

Au Bangladesh, le point fort de la R & D est constitué par les 14 principales institutions de R & D mentionnées dans le tableau 8. Ces institutions emploient 2 785 scientifiques et ingénieurs. Une conséquence du faible niveau des fonds de R & D mis à la disposition des activités de R & D est que

la proportion de titulaires d'un doctorat dans la base de ressources humaines de la R & D baisse très rapidement. Par exemple, le BCSIR employait 7,5 % des titulaires d'un doctorat en 1986, mais seulement 3,71 % en 2004, situation qui n'est que trop familière aux autres organismes de R & D.

Parmi les organes scientifiques, le BRRI joue un rôle central dans l'agriculture du Bangladesh. Il a mis au point et introduit sur le marché 31 variétés modernes de riz au cours des deux dernières décennies. La production annuelle de riz (principal aliment de base) a plus que doublé entre 1970 et 2002, passant de 10,8 à 24,3 millions de tonnes. Sans les variétés modernes du BRRI, la production de riz n'aurait

Tableau 8
PRINCIPALES INSTITUTIONS PUBLIQUES DE R & D
AU BANGLADESH, 2003

Nom de l'institution	Nombre de scientifiques/ingénieurs	Nombre de techniciens
Institut agricole du Bangladesh	780	84
Institut de recherche sur le jute du Bangladesh	280	189
Institut de mise en valeur des ressources pédologiques	125	19
Institut de recherche sur le thé du Bangladesh	45	19
Organisation de recherche spatiale et de télédétection du Bangladesh	60	39
Institut de recherche forestière du Bangladesh	125	79
Institut de recherche sur l'élevage du Bangladesh	120	67
Institut de recherche médicale avancée	280	400
Centre international de recherche sur la diarrhée	226	150
Établissement de recherche sur l'énergie atomique	287	204
Conseil du Bangladesh pour la recherche scientifique et industrielle	345	320
Centre national de documentation scientifique du Bangladesh	14	12
Institut de médecine nucléaire	35	9
Institut de recherche sur les fleuves	63	80
Total	2 785	1 671

Source : BANSDOC, Dhaka, et institutions concernées.

augmenté que de 10 % durant cette période. La contribution des variétés modernes de riz mises au point par le BRRI a donc été substantielle et représente aujourd'hui 65 % de la production totale de riz.

Le BCSIR est un institut majeur de R & D civile; il a breveté 280 processus entre 1972 et 1995 mais n'a pu en transférer que 40 à l'industrie. Il y a un problème de commercialisation de la technologie mise au point par le BCSIR, dû au fait que l'industrie ne semble pas en ressentir le besoin, à l'étroitesse du marché et à l'inadéquation de l'action de promotion du point de vue de la réussite commerciale. Les efforts nationaux de recherche ont essentiellement servi aux petites industries. Même à cet égard, leur mise en œuvre souffre de l'absence de liaisons entre les institutions de recherche, d'une part, et entre celles-ci et les entrepreneurs d'autre part (Islam et Haque, 1994, p. 208). Les activités du BCSIR se limitent souvent à une assistance pour résoudre les problèmes industriels (Haque et Islam, 1997). Il n'y a pas de programmes de R & D à long terme et les liens du BCSIR avec les universités sont pratiquement inexistantes. Comme le montre une étude récente réalisée par Islam (2005), ces problèmes persistent dans le cas du BCSIR, et les investissements publics dans la R & D sont insuffisants pour mettre en place des programmes à base technologique qui puissent avoir une quelconque utilité. La faiblesse majeure est, semble-t-il, une pénurie aiguë de ressources humaines, associée à l'absence de politique stratégique de rénovation du secteur de la R & D, accompagnée d'une injection de fonds à la mesure des demandes croissantes de l'industrie.

Népal

Au Népal, on estime de 12 000 à 15 000 le nombre des scientifiques et ingénieurs en activité, mais la R & D demeure une activité marginale (Bajracharya et Bhujju, 2000). La S & T ne se voit toujours pas accorder la priorité qu'elle mérite dans les politiques et programmes gouvernementaux. La création en 1996 d'un ministère de la Science et de la Technologie a été à l'origine d'un débat public animé, certains commentateurs ayant estimé que l'existence d'un ministère distinct était un luxe que le Népal ne pouvait se permettre. Le gouvernement

n'a pas cédé, permettant au ministère de la Science et de la Technologie de rejoindre les rangs de l'Académie royale des sciences (RONAST, créée en 1982) et du ministère de la Population et de l'Environnement (1995).

Les autres institutions de création récente sont l'Université de Katmandou, le Centre des énergies renouvelables, le Conseil népalais de la recherche médicale et le Conseil népalais de la recherche agricole (tous créés en 1991), le Conseil pour la protection de l'environnement (1992), l'École népalaise d'ingénieurs et l'École des sciences médicales de Manipal (1994), les Écoles de médecine de Katmandou, du Népal et de Nepalgunj (1997), et, depuis 1998, l'École d'ingénieurs de Kantipur (Bajracharya et Bhujju, 2000). En 1998, la RONAST et le ministère de la Science et de la Technologie ont entamé l'élaboration d'un plan de vingt ans pour le développement de la S & T au Népal.

Le neuvième plan (1997-2002) reconnaît, plus que ne le faisaient les déclarations gouvernementales antérieures, l'importance pour les activités nationales de S & T des nouvelles technologies, en particulier la biotechnologie et la TI, et de l'amélioration de la productivité par l'application de la S & T dans différents secteurs. En 2000, le Népal a formulé sa Politique de la technologie de l'information-2057, dont les principaux objectifs sont de rendre la TI accessible au plus grand nombre et de créer des emplois, de construire une société du savoir et de mettre en place des industries à base de connaissances. Dans une économie essentiellement agricole, les politiques de S & T mettent aussi l'accent sur l'application de la biotechnologie à l'agriculture et à l'élevage.

Étant donné la base agricole de l'économie, en 2003-2004, les efforts consentis pour formuler une politique nationale de la biotechnologie ont gagné du terrain. Malgré le discours favorable à la S & T au niveau national, le pays n'avait pas enregistré de hausse notable du ratio DIRD/PIB dans les années 90. Cela a changé ces dernières années, avec des dépenses qui ont atteint un niveau record de 0,26 % du PIB en 2004 (soit le double du chiffre de 1985). Ce niveau de financement de la R & D est de beaucoup supérieur à celui de 0,01 % enregistré au Bangladesh.

République islamique d'Iran

Le pétrole représentant une source majeure de richesse nationale en République islamique d'Iran, ce n'est que récemment que la S & T s'est vu accorder une place de choix sur l'agenda du développement industriel. Le premier plan de développement (1988-1993) a constitué une tentative ciblée pour renforcer l'infrastructure locale de S & T et mettre en œuvre des projets stratégiques dans le domaine agricole et dans les domaines liés à l'industrie pétrolière. Ce soutien à la S & T est poursuivi dans le troisième plan de développement socio-économique (2000-2004). Un des principaux résultats de ce plan est la création d'un ministère de la Science et de la Technologie.

Le ratio DIRD/PIB a plus que triplé ces dernières années en République islamique d'Iran, étant passé de 0,15 % en 1985 à 0,5 % en 2002. Une grande partie de ces ressources supplémentaires a servi à renforcer les capacités techniques locales et l'enseignement de l'ingénierie. Les 61 établissements d'enseignement supérieur du pays comprennent aussi les facultés de médecine des grandes universités. L'intensification des efforts en matière de S & T au cours de la décennie écoulée, en particulier dans le cadre du dernier plan quinquennal susmentionné, a permis au pays d'affirmer sa présence sur la scène internationale, comme le montrent le tableau 9 et la figure 9. Le nombre des publications citées dans le SCI dues à des auteurs iraniens a plus que triplé en cinq ans, passant de 400 en 1995 à 1 400 en 2000. Plus de 80 % de ces publications

se répartissent également entre les trois grands domaines de la biomédecine et de la biochimie, des sciences physiques et des sciences de l'ingénieur, et de la chimie. Plusieurs facteurs expliquent cet accroissement notable du nombre des publications scientifiques ces dernières années : la fin de la guerre, l'amélioration de la situation économique, les récents changements apportés à la politique gouvernementale de financement de la recherche, les changements fondamentaux de l'environnement politique introduits par les réformateurs, le développement des maisons d'édition iraniennes de revues nationales et le récent retour de nombreux étudiants ayant reçu une formation à l'étranger grâce à des bourses de l'État. Des facteurs extérieurs contribuent aussi à l'accroissement de la productivité, comme l'acceptation par le SCI de trois revues sources iraniennes, un meilleur accès aux bases de données internationales via l'Internet et l'amélioration des moyens de communication électronique qu'utilise la collaboration internationale (Osareh et Wilson, 2002).

La République islamique d'Iran a connu des hauts et des bas dans ses entreprises scientifiques. Les principaux problèmes qui entravent la croissance des communautés scientifiques nationales sont l'absence de reconnaissance

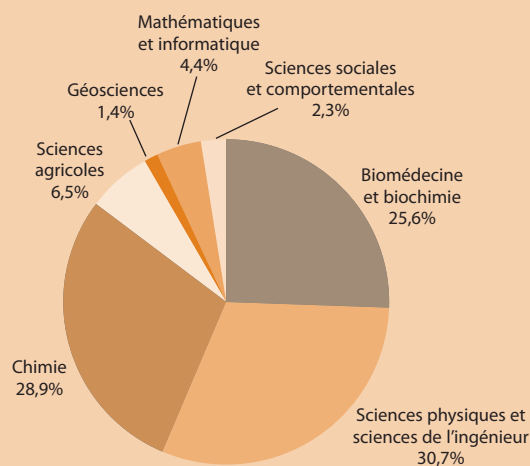
Tableau 9
PUBLICATIONS IRANIENNES CITÉES
DANS LE SCI*, 1978-2000

Année	Nombre de publications
1978	610
1985	180+
1995	400
1998	1 000+
2000	1 400

* Science Citation Index de l'Institute of Scientific Information (ISI-Thomson) à Philadelphie, États-Unis d'Amérique.

Source : fondé sur Osareh et Wilson (2002).

Figure 9
PUBLICATIONS SCIENTIFIQUES EN RÉPUBLIQUE
ISLAMIQUE D'IRAN, 1995-1999
Par domaine



Source : fondé sur Osareh et Wilson (2002).

de la science comme institution sociale ayant besoin d'une certaine autonomie et d'un espace de discours critique, le manque de mobilité internationale des scientifiques et un sentiment d'isolement chez les scientifiques. Comme l'a dit un scientifique iranien lors d'un récent séminaire : « L'échec de l'Iran est d'autant plus surprenant au vu des énormes recettes que lui assure le pétrole. Étant donné la vitesse, la complexité et le coût toujours plus élevé de la recherche en S & T dans le monde, des pays comme l'Iran risquent d'être totalement marginalisés dans la course qui décidera du cours du siècle à venir. [...] L'Iran n'a jamais compris l'importance d'une vision scientifique moderne du monde et des changements systémiques qui permettent à la pensée expérimentale et critique de remplacer – quel qu'en soit le coût – la soumission à l'autorité supérieure. Il faut un grand courage intellectuel et politique pour sortir de ces anciens cadres de pensée. Le problème de l'Iran, en tout cas, n'est pas le transfert de technologie, mais les conditions qui empêchent la propagation de la pensée scientifique, de la rationalité moderne et de la création de technologie. » (Mahadavy, 1999, p. 30)

Même si les réformes de la société iranienne ont progressé assez rapidement ces dernières années, les observations de Mahadavy redeviennent d'actualité avec l'élection du nouveau président en juin 2005.

Mongolie

Le système scientifique mongol est dominé par l'État, qu'il s'agisse de sa structure de financement ou de sa production. Dans le secteur privé, la capacité technique est faible et l'établissement de liens avec les organismes scientifiques du secteur public reste un problème majeur (Turpin et Bulgaa, 2004). Selon une source de l'OMPI, les résidents mongols ont déposé 63 demandes de brevets pour des dessins et modèles industriels en 2000, soit le double du chiffre de 1999, ce qui indique une montée en puissance du système de technologie. Une soixantaine de brevets ont été délivrés en 2000 (Rapport technique de l'OMPI, 2000).

Des années 60 aux années 90, c'est l'Académie mongole des sciences (AMS), créée en 1961, et l'Université nationale de Mongolie (1942) qui ont servi de plate-forme à la mise en

place d'universités dans les domaines de l'agriculture, de la médecine, de l'ingénierie et des sciences humaines. L'AMS a été réformée en 1996, et les instituts de recherche et les universités ont été réorganisés la même année avec la création du Conseil national de la science et de la technologie (CNST). Deux ans plus tard, une nouvelle politique publique de la S & T a été adoptée et un Fonds national de la science et de la technologie a été créé.

Les efforts déployés par la Mongolie dans les années 90 pour favoriser à la fois la S & T et l'éducation sont en train de produire leurs fruits. En 2002, la Mongolie pouvait se vanter d'avoir 1 370 scientifiques et ingénieurs par million d'habitants (tableau 2), chiffre supérieur à celui de tous les autres pays d'Asie du Sud. En 1997, le gouvernement a consacré à la R & D 3,5 milliards de tugriks³ (environ 0,28 % du total des dépenses publiques). Les universités sont pour l'essentiel autofinancées.

Durant la décennie écoulée, le pays a donné la priorité à l'éducation à la gestion et aux TI en créant deux grands établissements, l'Institut d'informatique et de gestion (1991) et l'École de technologie de l'information (1994). En 1998, ces deux établissements comptaient 950 étudiants et employaient 146 enseignants. Depuis qu'elle est sortie de la zone d'influence de l'ancienne Union soviétique en 1991, la Mongolie a évolué vers une économie de marché et la libéralisation économique. Cette évolution a eu un effet direct sur le système de S & T; le gouvernement a développé les capacités de R & D pour commercialiser de nouvelles technologies qui sont en concurrence avec celles des jeunes entreprises privées. Les cinq dernières années ont vu une transformation notable de l'environnement de la recherche. La soif de connaissances scientifiques augmente tandis que la Mongolie s'efforce d'être compétitive dans une économie mondiale à intensité de savoir de plus en plus marquée. Le gouvernement est conscient de la nécessité de relever ces défis et se tourne en conséquence vers la coopération internationale pour renforcer les capacités de S & T du pays. Il accorde une importance considérable à la

3. En juin 2005, 1 120 tugriks mongols (Tug) valaient 1 dollar des États-Unis d'Amérique.

libre circulation de l'information et à l'échange d'expérience et d'expertise sur les questions de S & T. Au cours des cinq dernières années, les TIC ont été considérées comme un secteur dynamique en Mongolie. Les investissements étrangers, l'assistance technique et la coopération avec les pays techniquement avancés pour le développement des TIC ont progressé. Il est à noter que le Premier ministre lui-même dirige le Comité national pour les TIC. *Une Vision nationale des TIC – 2010* formule les principales stratégies du gouvernement pour le développement des TIC.

DÉPENSES DE R & D CIVILES ET MILITAIRES

Une fois ajusté pour tenir compte de l'inflation, le ratio DIRD/PIB a soit stagné, soit baissé au cours de la dernière décennie dans les pays de la région, à l'exception notable du Népal. Bien que l'Inde consacre beaucoup plus de fonds à la R & D que les autres pays d'Asie du Sud, elle n'a enregistré qu'une faible progression, de 0,83 à 1,08 % entre 1997 et 2004; de plus, cette progression masque une croissance négative une fois les chiffres ajustés pour tenir compte de l'inflation. Si, en valeur absolue, la DIRD a progressé en Inde, elle ne l'a pas fait au même rythme que le PIB. L'Inde s'est fixé pour objectif de consacrer 2 % de son PIB à la R & D d'ici à 2007. Cet objectif a été dévoilé pour la première fois dans *Science and Technology Policy 2003* par le Premier ministre de l'époque, Atal Bihari Vajpayee, et a été depuis entériné par l'actuel Premier ministre, Manmohan Singh.

La part des dépenses de R & D indiennes consacrée à la R & D civile fluctue entre 50 et 60 % du total, le reste allant aux organismes de R & D du secteur de la défense et du secteur stratégique (énergie atomique, défense et recherche spatiale). La recherche sur les sources d'énergie non conventionnelles a été une des victimes de la forte croissance du budget de la recherche sur l'énergie atomique. En l'absence de toute retombée notable pour le secteur civil (sauf dans le cas de la recherche spatiale) et à la lumière de la diminution relative du budget de la S & T dans les années 90 par rapport à la période antérieure – diminution qui n'a pas affecté le secteur de la défense et le secteur stratégique –, les planificateurs des politiques sont en train de mobiliser le soutien de l'industrie

privée à la R & D en 2003-2004. Le secteur privé représente 23 % de la R & D en Inde. Ce pourcentage est bas pour l'Asie, la moyenne pour les nouvelles économies industrialisées d'Asie étant proche de 72 %. Le chiffre indien est plus comparable à celui du Brésil (37 %) (OST, 2004).

La situation est encore plus alarmante pour les secteurs civils de la R & D au Pakistan, qui ne consacre globalement que 0,24 % de son PIB à la R & D (figure 1). Alors que les dépenses militaires en pourcentage du PIB sont tombées en Inde de 3 à 2,4 % entre 1985 et 2000-2004, la baisse relative des dépenses militaires pakistanaïses les a fait passer de 6,9 % en 1985 à 3,9 % en 2000-2004. Comme les initiatives de paix ont pris de l'ampleur ces cinq dernières années dans les deux pays, le fardeau des dépenses militaires a des chances de diminuer dans les années à venir, ce qui permettra à ces pays d'investir davantage dans l'éducation et dans la science et la technologie. Ce fardeau pèse aussi dans d'autres pays. Alors que le Bangladesh et le Népal consacrent autour de 1,5 % de leur PIB aux dépenses militaires, ce pourcentage n'est que de 0,27 % à Sri Lanka. Dans le cas de la République islamique d'Iran, bien que les dépenses militaires aient baissé d'un tiers (tombant de 3,6 à 2,7 % du PIB) entre 1985 et 1996, elles sont remontées à 3,3 % en 2004. Il est important de noter que le poids des dépenses militaires en Asie du Sud a empêché de nombreux pays de la région de consacrer à la R & D et à la S & T les ressources qu'elles méritent.

STATUT DES COMMUNAUTÉS SCIENTIFIQUES NATIONALES

Étant donné la faiblesse du niveau de leurs dépenses de R & D au cours de la décennie, les pays d'Asie du Sud ont encore du mal à mettre en place des infrastructures dans la S & T et l'enseignement supérieur. Comme ce processus consomme de plus en plus de capitaux, la longue négligence dont a fait l'objet la S & T a entraîné de graves crises, tant du point de vue de l'institutionnalisation des domaines de S & T que de celui de la professionnalisation des communautés scientifiques nationales. Le concept de communautés scientifiques ne concerne pas que les chiffres, les infrastructures et les ressources financières. Ces éléments sont assurément essentiels, mais il faut du temps

pour établir des communautés scientifiques très professionnelles et efficaces dans les domaines de recherche spécialisés. Certains indicateurs de base sont une production régulière de connaissances de S & T fondamentales et appliquées dans les domaines de recherche spécialisés; la constitution de nouvelles disciplines, spécialités et domaines de recherche; des chaires universitaires et des programmes d'études universitaires supérieures; des systèmes nationaux de reconnaissance et de récompenses; des instituts de recherche spécialisés à plein temps dans des domaines critiques d'intérêt national; des réseaux de recherche en S & T et des structures nationales de communication comportant des revues et des académies et organes professionnels, etc.; une légitimation sociale et politique de la science assortie d'un soutien continu de l'État au cours des phases initiales; et surtout l'existence d'un climat intellectuel dans lequel les scientifiques, à l'intérieur des frontières nationales, n'éprouvent pas de sentiment d'isolement.

Si les pays d'Asie du Sud veulent se doter de capacités endogènes de S & T, y compris dans le domaine agricole, il n'y a pas de raccourci pour créer des communautés scientifiques nationales au sens sociologique du terme (Gaillard, Krishna et Waast, 1997). La recherche fondamentale orientée, les communautés scientifiques et les programmes de doctorat des universités sont des éléments complémentaires et liés qu'il faut considérer comme des éléments cruciaux pour générer des capacités techniques locales. La raison en est que ce qu'on appelle les « connaissances codifiées » (comme les articles publiés, les brevets ou les dessins protégés par un droit d'auteur) peuvent être transférées d'un endroit à un autre alors que très souvent l'élément essentiel que représentent les « connaissances tacites », qui s'incarnent dans une personne et sont maîtrisées à travers un long processus consistant à « apprendre par l'action », ne sont pas faciles à transférer (Krishna, Waast et Gaillard, 1998).

Les études de doctorat dans les universités et les laboratoires de recherche en S & T sont la principale source de connaissances tacites. Sous leurs diverses formes, ces connaissances sont aussi liées aux « compétences centrales » des institutions et organisations qui se constituent avec le temps et le travail et ne sont pas faciles à transporter ni

à transplanter d'un endroit à un autre. Avec l'importance croissante des régimes de propriété intellectuelle et de la mondialisation, les formes conventionnelles de transfert de technologie n'ont guère de chances de perdurer. Même si elles subsistent, elles s'avéreront beaucoup plus coûteuses que la création de capacités locales, nationales, dans une perspective à long terme. Dans les sciences agricoles et biologiques, les unes comme les autres d'une importance vitale pour les pays d'Asie du Sud, le statut des communautés scientifiques déterminera dans quelle mesure les capacités technologiques locales permettent de produire de la richesse à partir des connaissances. Cela est vrai même pour les secteurs de production industrielle et de services en expansion, qui durant la dernière décennie sont devenus de plus en plus fondés sur les connaissances et interdisciplinaires.

La création d'une base scientifique nationale est assurément devenue indispensable aux pays en développement où les entreprises transnationales ont engagé une course aux connaissances biologiques spécialisées. Les ventes mondiales de médicaments modernes tirés de plantes découvertes par les peuples autochtones dans les pays en développement sont estimées à 43 milliards de dollars (Banque mondiale, 1999, p. 146). La biodiversité est d'un grand intérêt économique pour les entreprises pharmaceutiques transnationales, et on estime que les pays en développement constituent la principale source (environ 90 %) du stock mondial de ressources biologiques. La multinationale Eli Lilly, basée aux États-Unis d'Amérique, a gagné 100 millions de dollars en mettant au point des médicaments anticancéreux à partir de la pervenche de Madagascar. Il semble que ce pays n'ait tiré aucun bénéfice de ce gain économique (PNUD, 1999, p. 70).

Les pays en développement ne peuvent mettre à profit leur biodiversité et les germoplasmes rares qu'on trouve sur leur territoire que s'ils mettent au point, protègent (au moyen des régimes de propriété intellectuelle) et appliquent des connaissances biologiques modernes. Parallèlement, il faut adopter des politiques appropriées pour protéger les intérêts des communautés autochtones des pays en développement qui cultivent et protègent les plantes et qui sont les dépositaires des savoirs sur les remèdes à base de plantes accumulés depuis des

génération. Sans base endogène de S & T, aucun pays ne peut tirer profit de ses ressources légitimes. À l'exception de l'Inde, les pays d'Asie du Sud sont encore en train d'institutionnaliser leurs systèmes de S & T. Étant donné la faiblesse du soutien de l'État à la science, il y a de sérieuses difficultés en matière de formation et de promotion de la recherche dans les nouveaux domaines tels que la micro-électronique, la biotechnologie, la biologie moléculaire et les TI.

De gros problèmes se posent pour constituer et développer les communautés scientifiques dans les domaines de recherche cruciaux au Bhoutan, en République islamique d'Iran, au Myanmar, au Bangladesh, à Sri Lanka, au Népal et au Pakistan. Il convient toutefois de noter que le statut des communautés scientifiques nationales varie notablement selon qu'on considère de petits pays comme le Bhoutan, les Maldives et la Mongolie ou le reste de l'Asie du Sud. Bien qu'il soit difficile de parler de communautés scientifiques nationales développées, il existe des groupes et des communautés de spécialistes dans certains domaines : l'agriculture au Bangladesh, au Myanmar, au Népal et à Sri Lanka, et les sciences physiques et chimiques en République islamique d'Iran et au Pakistan. L'Inde a des systèmes de S & T et des communautés scientifiques nationales bien développés. Maintenant qu'elle a franchi une première étape de professionnalisation initiale, son problème est celui de passer à la deuxième phase de professionnalisation, consistant à forger des liens avec les secteurs industriels et sociétaux, d'une part, et à développer les capacités technologiques pour devenir compétitive à l'échelon mondial, d'autre part.

ORGANISATION SOCIALE DES SCIENTIFIQUES

Un des problèmes fondamentaux que posent la constitution et le développement des communautés scientifiques en Asie du Sud a trait au climat professionnel et à l'organisation sociale des scientifiques dans les organismes de R & D et les universités, de même qu'à l'exode des cerveaux. Un sentiment d'isolement prévaut chez les scientifiques, en l'absence de groupes professionnels appropriés de chercheurs, d'élites scientifiques et de réunions professionnelles fréquentes. Il y a des académies nationales des sciences dans chaque pays, mais leurs activités se résument généralement à la tenue de réunions annuelles.

Les organes professionnels n'ont guère d'activités visant à catalyser l'atmosphère intellectuelle. Le défaut de systèmes d'évaluation par les pairs aux fins de la progression des carrières scientifiques dans les laboratoires et de la publication dans des revues constitue un sérieux problème que mentionnent les scientifiques au Bangladesh, en Inde, en République islamique d'Iran et à Sri Lanka. Au Bangladesh, par exemple, les scientifiques sont évalués sur la base d'un système colonial de rapports confidentiels, et c'est le principe d'ancienneté qui s'applique au lieu d'un système ouvert fondé sur le mérite. De plus, selon les scientifiques interrogés, comme les postes de responsabilité des laboratoires ne représentent que de 10 à 20 % du total, il n'y a guère de motivation à faire de la recherche créative.

Dans un système de recherche sud-asiatique dominé par les fonds publics, l'organisation et la mise en œuvre de la recherche scientifique soulèvent plusieurs problèmes de nature bureaucratique. Par exemple, comme le fait observer un éminent scientifique indien, « pour que le financement de la recherche soit vraiment efficace, il faut disposer des meilleures ressources humaines, de la meilleure infrastructure matérielle et d'une bureaucratie minimale. Ces trois composantes ne sont pas optimales et la production de la recherche n'est donc pas à la mesure des fonds dépensés » (Ratnasamy, 1999). Étant donné la persistance des problèmes bureaucratiques dans la science indienne, il n'est pas étonnant que le Premier ministre ait réaffirmé l'engagement de son gouvernement de débureaucratiser les institutions de S & T à l'occasion d'une réunion du Congrès scientifique indien, le 3 janvier 2005.

Étroitement liée à ce problème est la question majeure du renforcement de l'excellence scientifique et des normes académiques, des mesures à prendre pour attirer les meilleurs enseignants dans les disciplines de S & T et de la promotion de la recherche fondamentale et de la professionnalisation de la science dans la sphère académique. Un autre grand problème – qui ne se limite pas aux pays d'Asie du Sud – est celui d'attirer les meilleurs étudiants vers la science aux niveaux du premier cycle universitaire et des études universitaires supérieures. Les sérieuses préoccupations que suscitent ces questions sont périodiquement débattues en Inde (Rao, 1999; Krishna, 2001; Lakhotia, 2005). Cela dit, ces problèmes sont

beaucoup plus aigus dans les pays d'Asie du Sud. Alors que la plupart des pays développés consacrent de 25 à 30 % de leur budget de R & D au secteur universitaire, il est estimé que la moyenne pour l'Asie du Sud est inférieure à 8-10 %.

Depuis le début des années 90, les politiques de libéralisation et de privatisation ont entraîné d'énormes disparités de rémunération entre les organismes publics et les organismes privés, dégradant encore davantage la situation matérielle des scientifiques. Alors que les niveaux de rémunération des chercheurs du secteur public en Asie du Sud n'ont que modestement progressé (la moyenne actuelle va de 250 à 600 dollars des États-Unis d'Amérique par mois), la rémunération majorée des avantages sociaux dans le secteur privé (pour les ingénieurs et les technologues, les professionnels des logiciels et les dirigeants d'entreprises) a quadruplé ou quintuplé. Par exemple, dans la « Silicon Valley » indienne (Bangalore), dans les entreprises multinationales et les entreprises privées, les cadres de direction de niveau moyen, les scientifiques, les ingénieurs et les spécialistes de la gestion gagnent autant que leurs homologues en Europe ou aux États-Unis d'Amérique. Cela détourne les plus brillants éléments des institutions publiques de recherche et des universités. D'un point de vue général, comme le fait observer un biologiste sri-lankais, « une fois solidement établie l'infrastructure scientifique nécessaire et assurées les bases d'une vie confortable pour ces scientifiques, leur capacité intellectuelle et leurs idées innovantes peuvent être transformées en produits consommables et utiles au public et présentant aussi un intérêt commercial » (Karunanayake, 1999, p. 310). De plus, comme le fait observer à juste titre Lakhota (2005), « un poste d'enseignant dans un établissement d'enseignement supérieur n'est pas le premier choix des titulaires de doctorat les plus brillants. Beaucoup se trouvent à enseigner dans ces établissements parce qu'ils n'ont pas pu trouver un autre emploi ».

L'EXODE DES CERVEAUX

Un sentiment d'isolement, le manque d'incitations et une motivation médiocre à faire de la recherche, associés à une faible structure de rémunération dans les laboratoires, ont

entraîné un exode interne comme externe des cerveaux en Asie du Sud. L'exode interne désigne dans une certaine mesure la perte de compétences de base due au fait qu'une masse critique de professionnels quitte les institutions publiques d'un pays pour le privé. Il s'entend aussi des ingénieurs, médecins et spécialistes formés à la S & T qui choisissent des postes de gestion et d'administration mieux rémunérés et offrant de meilleures conditions de travail. L'Inde est un bon exemple de ces deux cas de figure, étant donné que les organismes de R & D financés sur fonds publics ont connu un sensible exode des cerveaux ces cinq dernières années : plus de 70 % des meilleurs ingénieurs indiens formés par les Instituts indiens de technologie (IIT, voir encadré p. 266) préfèrent des postes de gestion et de marketing aux professions d'ingénierie « de base » (Krishna et Khadria, 1997; Khadria, 1999). On peut constater des tendances similaires au Bangladesh, en République islamique d'Iran, au Népal, au Pakistan et à Sri Lanka.

L'exode externe des cerveaux s'entend des spécialistes qui émigrent, dont le départ cause une perte potentielle à l'économie. Les États-Unis d'Amérique sont la destination la plus souvent choisie : on estime que, jusqu'à 2003, 1 million de personnes ont émigré d'Asie du Sud aux États-Unis d'Amérique, dont 20 % d'Indiens et 20 % venant d'autres pays d'Asie. Même en supposant que 20 % seulement de ce chiffre pour l'Asie (non indienne) concerne l'Asie du Sud – y compris la République islamique d'Iran, où les études supérieures sont financées à 90 % par l'État –, on peut imaginer la perte subie par ces pays. Par exemple, selon l'Overseas Employment Corporation pakistanaise, 36 000 spécialistes, dont des médecins, des ingénieurs et des enseignants, ont émigré dans d'autres pays au cours des trois dernières décennies (Human Development Centre, 1998, p. 43). L'Inde est devenue le principal exportateur de médecins aux États-Unis d'Amérique. Il y avait 38 000 médecins indiens aux États-Unis d'Amérique en 2004. On estime qu'il y a dans ce pays un médecin indien pour 1 325 Américains, contre un médecin indien pour 2 400 Indiens en Inde. Des études réalisées en Inde montrent que, en moyenne, de 25 à 30 % des ingénieurs sortant des IIT de classe mondiale et jusqu'à 56 % des diplômés en médecine de l'Institut panindien des sciences médicales

(AIMS) émigrent, essentiellement aux États-Unis d'Amérique (Khadria, 1999, p. 112).

Lorsqu'on examine le problème de l'exode des cerveaux dans le contexte plus large de l'Asie, en prenant des exemples dans des pays comme la République de Corée et la Chine, on constate que ces pays ont transformé le problème de l'exode des cerveaux en gain de cerveaux à très grande échelle, en incitant leurs scientifiques à rentrer chez eux par diverses politiques nationales et divers mécanismes institutionnels (voir aussi le chapitre sur l'Asie de l'Est). Pour exploiter les connaissances de pointe des pays industriellement avancés, ces pays ont adopté des politiques volontaristes d'exportation de scientifiques en très grand nombre – au point d'ouvrir des unités institutionnelles de R & D aux États-Unis d'Amérique. Dans le même temps, ils ont promu la professionnalisation de la science et amélioré l'organisation sociale des scientifiques, à la fois pour rendre le climat de recherche attrayant pour les rapatriés potentiels et pour enrayer l'émigration potentielle.

L'Inde a adopté des mécanismes professionnels similaires dans le domaine de la biotechnologie depuis que le gouvernement a établi le Département de biotechnologie (DBT) au début des années 80. Au cours des deux dernières décennies, le DBT a catalysé le développement de la communauté biotechnologique en Inde en promouvant 40 départements avancés de recherche et de formation supérieure dans les universités et en créant 4 laboratoires de biologie modernes de très haut niveau. Une source de la NASSCOM indique que, au cours des trois dernières années, environ 25 000 professionnels des TI sont rentrés en Inde et environ 200 jeunes entreprises de TI ont été créées par des rapatriés. En tout cas, l'Inde est maintenant un peu mieux en mesure d'absorber les chocs temporaires causés par l'exode de compétences spécialisées, mais il s'agit assurément d'un problème sérieux et d'une question stratégique de la politique de S & T dans les petits pays d'Asie du Sud.

L'EFFET DE PROXIMITÉ

Un sujet qui présente une importance considérable et suscite beaucoup d'intérêt dans le contexte sud-asiatique est l'« effet de proximité » que les institutions de science, de tech-

nologie et d'éducation (STE) ont sur la transformation de la société et des industries rurales par le savoir et l'innovation. Les forces de la modernisation et de l'industrialisation fondée sur la S & T ont jusqu'ici servi les besoins de la population urbaine. La technologie et les compétences traditionnelles qui dominent le secteur industriel rural en termes de petites et moyennes entreprises (PME) et de groupements industriels, concentrés autour des districts, ont été dans une large mesure négligées par les institutions de STE. Cela est très préoccupant, notamment en Inde, pays qui compte environ 65 % de la population de la région. On estime qu'il y a 2 000 petits groupements industriels et 300 grands regroupements en Inde, dont la plupart sont fondés sur les technologies traditionnelles et peu développées. L'accent est mis ici sur les districts industriels et la mesure dans laquelle les institutions de STE situées dans leur voisinage immédiat pourraient participer à leur transformation.

Ni l'université ni la vingtaine de collèges et d'instituts de Meerut, par exemple, n'ont de cours appropriés sur l'édition et l'imprimerie, ni de formation spécialisée concernant la conception et la production d'articles de sport qui pourraient répondre aux besoins des groupements industriels locaux dans ces domaines. De même, à Agra, l'université locale et les 40 collèges et organismes de recherche n'ont guère de programmes de formation et de recherche concernant la fabrication de chaussures ou la pollution industrielle qui touche la ville. Bien qu'un des meilleurs instituts d'ingénierie indiens (un Institut indien de technologie) soit implanté à Kanpur, l'effet de proximité est minimal pour les industries du cuir du district. Le rythme de croissance de la connectivité mondiale des institutions de recherche est, semble-t-il, inversement proportionnel à l'intérêt qu'elles accordent à leur voisinage immédiat.

Avec 300 universités et plus de 1 100 institutions de recherche disséminées dans le pays à proximité de groupements industriels, les institutions de STE peuvent jouer un rôle crucial dans le système d'innovation rurale. Contrairement aux préoccupations antérieures concernant le développement d'industries et de dispositifs de production à petite échelle, cette prise en considération de l'effet de proximité des institutions

de STE attire l'attention sur l'importance de bâtir de nouveaux réseaux de connaissances et des systèmes d'innovation régionaux qui intègrent les concepts de « spécialisation flexible » et de « métissage des technologies » (Bhalla, 1996) au niveau des districts industriels.

Des institutions non gouvernementales comme le *Barefoot College* à Tilonia, la Fondation M. S. Swaminathan à Chennai, le Centre pour les alternatives technologiques et développementales à New Delhi, Gonoshasthaya Kendra – le Centre de santé populaire à Dhaka –, le CAPART – organisme public de New Delhi –, le *Honey Bee Network* et la Fondation nationale pour l'innovation à Ahmedabad sont des réussites en matière d'innovation et de développement en milieu rural. Cependant, les universités et les institutions de S & T – principales sources des nouvelles connaissances – peuvent jouer un rôle prépondérant dans les partenariats avec les autorités des districts et la société civile en vue de formuler des solutions et des perspectives fondées sur la S & T, destinées à aider les groupements industriels à affronter les défis économiques et humains posés par les forces de la mondialisation. Il est nécessaire de revoir les politiques des petites industries pour en faire des systèmes d'innovation régionaux sans pour autant perdre de vue les systèmes locaux/traditionnels de production. Ce débat est inspiré par l'expérience indienne, mais il est aussi éminemment actuel pour les autres pays en développement.

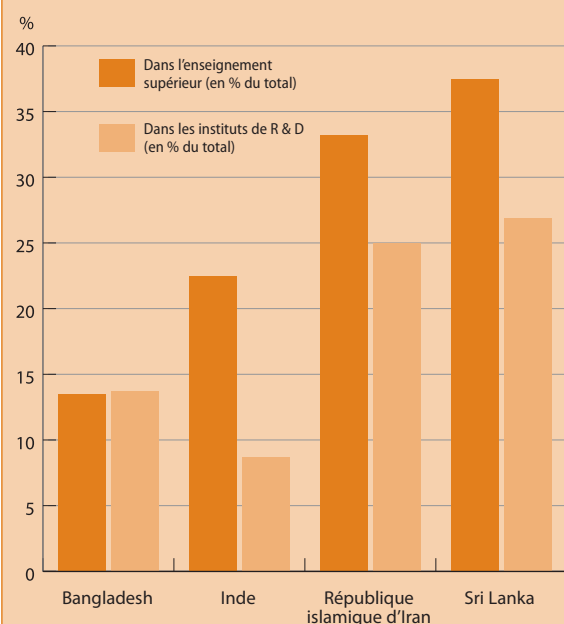
LA SITUATION DES FEMMES

La S & T a été à l'origine de la croissance économique et de la richesse matérielle en général, mais, comme Hill (2004) le fait observer à propos de l'Asie et du Pacifique, « l'impact de la S & T sur la société ne s'est pas traduit par l'équité entre les sexes. Les attitudes culturelles et les stéréotypes sexuels sont des entraves à l'éducation qui font qu'il y a plus d'hommes que de femmes dans les professions de la S & T et dans les postes de responsabilité, avec un manque d'équité et une inégalité qui ne cessent de s'aggraver ».

En Asie du Sud, les femmes représentent 26,6 % de la population totale des étudiants en S & T, mais seulement 18,6 % des chercheurs dans les organismes de R & D (figure 10).

Dans le cas de l'Inde, où la représentation des femmes dans l'enseignement supérieur (22,5 %) est proche de la moyenne sud-asiatique, la proportion des femmes dans le personnel de R & D (8,7 %) est beaucoup plus faible que la moyenne sud-asiatique. Il est intéressant de noter que la situation des femmes en République islamique d'Iran et à Sri Lanka est comparable à celle des femmes aux États-Unis d'Amérique, où elles représentent 38 % des effectifs d'étudiants et 22 % des scientifiques et des ingénieurs (NSF, 1998, pp. 2-22). La proportion des femmes dans les disciplines de S & T de l'enseignement supérieur dans la région Asie-Pacifique a plus que doublé, passant d'à peu près 15 % à 33 % entre 1970 et 1990 (Harding et McGregor, 1996, p. 312). En Asie du Sud, cette progression peut être attribuée aux remarquables progrès de l'alphabétisme des femmes entre 1970 et 1995. Il est aussi

Figure 10
PROPORTION DES FEMMES DANS
L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET LES INSTITUTS
DE R & D EN ASIE DU SUD, FIN DES ANNÉES 90
Pays sélectionnés (%)



Sources : Institut de recherche et de planification dans l'enseignement supérieur, Téhéran ; DST (1999), *R & D Statistics*, New Delhi ; BANSDOC (1997), *Survey of R & D Activities in Bangladesh*, Dhaka ; NARESA (1998), *National Survey of R & D in Sri Lanka*, Colombo.

intéressant de noter que l'écart entre les sexes se réduit peu à peu dans l'enseignement primaire : 35 points de pourcentage d'écart dans la région de l'Asie du Sud en 1960 et 23 points d'écart une trentaine d'années plus tard (*Human Development Centre*, 1998, pp. 86-87). L'infériorité de la condition des femmes dans la société sud-asiatique tient à des valeurs et à des systèmes patriarcaux profondément enracinés. Il faut y ajouter le facteur de la pauvreté, qui constitue toujours une contrainte majeure s'agissant de résoudre les problèmes de l'alphabétisation et de l'éducation des femmes. Les valeurs patriarcales posent un ensemble différent de problèmes aux femmes scientifiques qui entrent dans la population active.

En 2002, la plupart des pays d'Asie du Sud avaient mis en place divers programmes et mécanismes de recherche institutionnels pour promouvoir les femmes dans les secteurs de la science, de la technologie et de l'enseignement supérieur. En Inde, le Département de la science et de la technologie a lancé deux études (DST, 1992, 1998) sur les femmes scientifiques et ingénieurs, qui ont permis d'enquêter sur plus de 3 500 personnes dans les différentes régions de l'Inde. Ces études ont mis en évidence différentes facettes de l'« inégalité » en termes de récompenses, de reconnaissance, de participation aux décisions et autres aspects déjà mentionnés par Hill (2004). Reconnaisant la notion d'« inégalité dans la science », le DST indien a mis en place dès 1981 un dispositif appelé la S & T pour les femmes et créé dans les années 1990 des prix spéciaux et des mesures d'incitation pour encourager les femmes scientifiques. De même, le Népal, la Mongolie et Sri Lanka ont pris quelques mesures institutionnelles dans leurs ministères respectifs pour promouvoir les femmes dans la science et l'éducation.

Au niveau régional, des organisations internationales comme l'OIT, le PNUD et l'UNESCO ont adopté divers plans d'action et lancé des projets concrets à la suite de la Conférence de Beijing (1995). Un de ces programmes, auquel participent l'Inde, le Népal et la Mongolie, est le Réseau Asie-Pacifique pour l'équité entre les sexes (APGEN), institué par le Bureau régional de l'UNESCO pour la science à Jakarta (Indonésie). Les domaines et projets promus par l'APGEN ces cinq dernières années comprennent la biotechnologie

et la santé écologique, les énergies renouvelables, l'eau et l'assainissement, et les TI. L'APGEN mène des travaux de recherche et d'analyse sur les politiques et la société à trois niveaux : l'équité entre les sexes dans la S & T ; la fourniture d'une assistance technique à des projets pilotes dans la région ; et la diffusion des résultats et des enseignements tirés des recherches et de l'expérience du terrain dans toute la région.

LA SAARC ET LA COOPÉRATION RÉGIONALE EN S & T

Pour ce qui est de la coopération régionale, les pays d'Asie du Sud – dont la République islamique d'Iran – constituent plus une entité géographique qu'un bloc économique du type de l'Union européenne ou de l'Association des nations de l'Asie du Sud-Est (ANASE). L'Association de l'Asie du Sud pour la coopération régionale (SAARC), qui compte 7 membres (Bangladesh, Bhoutan, Inde, Maldives, Népal, Pakistan et Sri Lanka) et a été créée en 1985, compte 22 % de la population mondiale, mais ne représente que 1,65 % du PIB mondial et 1,12 % du commerce mondial. Même l'inclusion de l'Afghanistan, de la République islamique d'Iran, de la Mongolie et du Myanmar dans l'équation ne change pas sensiblement cette réalité économique.

Plus frappant est le fait que, bien que la SAARC existe depuis plus de vingt ans, les échanges entre ses membres sont insignifiants : ils ne représentaient que 4,25 % des exportations totales de la SAARC en 1996, et cette proportion est tombée à 4 % en 2003-2004. De plus, les principaux partenaires commerciaux sont l'Europe et les États-Unis d'Amérique, dont la part dans les exportations de la SAARC a un peu augmenté, passant de 46 % en 1990 à 49 % en 1996, contre environ 22 % pour les pays d'Asie, Japon excepté. Au cours de la même période, les importations de la SAARC d'Europe et des États-Unis d'Amérique ont augmenté plus fortement, passant de 53 % à 65 % (RIS, 1999). Cette tendance s'est poursuivie même durant la période 2000-2004. Il reste encore à l'Arrangement d'échanges préférentiels de l'Asie du Sud (SAPTA), qui était censé catalyser le libre-échange sud-asiatique, à donner des résultats tangibles indiquant une inflexion de la tendance actuelle.

Un autre fait nouveau important de ces dernières années a été l'émergence de deux groupements de coopération sous-régionale. Le premier rassemble le Bangladesh, le Bhoutan, l'Inde et le Népal, qui ont constitué un quadrilatère de croissance appelé BBIN-GQ. Le principal objectif de ce groupement est de créer un climat propice à un développement rapide par l'exécution de projets de coopération dans les communications, les transports, l'énergie et la gestion des ressources naturelles sur une base régionale. L'autre groupement sous-régional important résulte d'une initiative prise par la Thaïlande en 1994 en vue d'établir la Coopération économique Bangladesh-Inde-Sri Lanka-Thaïlande (BIST-EC). En 1997, le Myanmar a été admis dans ce groupe, rebaptisé BIMST-EC, qui a ouvert la voie à une liaison entre les économies d'Asie du Sud et celles de l'ANASE. En dépit de la lenteur du démarrage économique de ces divers groupements et des comités de réseaux, plusieurs réunions de la SAARC ont été marquées par un grand optimisme ces dernières années.

Le défi majeur que doivent relever les pays d'Asie du Sud est donc de renforcer leurs liens économiques et commerciaux. Dans ce domaine, la coopération régionale devrait être considérée comme beaucoup plus importante que celle avec d'autres partenaires dans la mesure où divers produits échangés par les pays d'Asie du Sud sont concernés. Les économistes estiment par exemple que Sri Lanka a perdu environ 266 millions de dollars (soit 36 % de la facture des importations) et le Pakistan 511 millions de dollars (28 % de la facture des importations) en 1994 en n'important pas de marchandises de la SAARC (RIS, 1999). Les réseaux verticalement intégrés de la région en technologie, division du travail, production, échanges et exportations offrent un champ immense au secteur de l'industrie et des services en expansion dans la SAARC. Le secteur indien des technologies de l'information devenant un acteur mondial important avec son capital humain considérable, il y a un énorme potentiel de coopération dans ce domaine technologique de pointe.

Un des principaux objectifs de la coopération régionale définis dans la charte de la SAARC est de « promouvoir la collaboration active et l'entraide dans les domaines économique, social, culturel, technique et scientifique ». Il

était envisagé que, avec le temps, la coopération renforcerait sensiblement l'autosuffisance collective de la région. En 1982, le Comité technique sur la science et la technologie (TCST) de la SAARC a identifié 14 domaines de coopération allant de la politique scientifique à l'information. Depuis 1983, le TCST a tenu 15 réunions qui ont abouti à la mise au point d'un répertoire des activités de S & T dans la région; 26 séminaires, réunions de groupes d'experts et ateliers ont été organisés, de même que 7 cours de formation, et des études de faisabilité ont été réalisées pour le développement de secteurs particuliers de coopération. L'autre résultat des réunions du TCST a été une proposition de créer le Conseil de la SAARC sur la biotechnologie en vue de développer les politiques de biotechnologie et de bioressources et de formuler des programmes conjoints de développement des technologies, dont l'établissement d'un comité consultatif sur les régimes de propriété intellectuelle (RIS, 1999).

Le 12^e Sommet de la SAARC, réuni à Islamabad du 4 au 6 janvier 2004, a réaffirmé que : « Le renforcement de la coopération scientifique et technologique dans la région est essentiel pour accélérer le rythme du développement économique et social. La mise en commun de l'expertise scientifique et technologique, la recherche-développement conjointe et l'application industrielle des technologies de pointe devraient être encouragées et facilitées ».

La faiblesse ou l'insignifiance des échanges commerciaux à l'intérieur de la SAARC est d'une manière générale reflétée dans les niveaux de coopération en matière de S & T à l'intérieur de la SAARC, en ce sens qu'aucun programme de R & D à long terme assorti de réels partenariats n'a encore été mis en place. Avec la diminution des tensions entre l'Inde et le Pakistan ces dernières années, le sous-comité de la SAARC pourrait jouer un rôle majeur pour ce qui est de favoriser la mobilité des spécialistes par des programmes d'échanges dans les universités. En tant que grand pays, l'Inde pourrait jouer un rôle moteur sous la forme de programmes de bourses de la SAARC permettant une intensification des échanges d'étudiants entre l'Inde et les autres pays d'Asie du Sud dans les domaines où l'Inde a mis en place des infrastructures de haut niveau comme l'espace, les TIC, l'agriculture, les produits

chimiques et les médicaments, entre autres domaines de la science, y compris les politiques de S & T.

REMARQUES FINALES

Le triple défi auquel doivent faire face tous les pays d'Asie du Sud est le suivant :

- développer l'agriculture et la sécurité sanitaire, et intensifier la lutte contre la pauvreté et le chômage d'une population croissante;
- faire face aux transformations rapides en cours dues aux révolutions scientifique et technologique déclenchées par les innovations dans les TIC, les biotechnologies et autres domaines;
- gérer la transition d'économies fondées sur l'agriculture à des économies industrielles et à base de connaissances, en abordant la question de la bonne gouvernance.

Selon nous, les trois éléments principaux d'un agenda destiné à relever les actuels défis de la S & T, y compris leurs implications concernant l'éducation, sont les suivants :

- le développement des possibilités d'éducation à tous les niveaux, en particulier le niveau primaire et le niveau intermédiaire, en cherchant à assurer un niveau régulier des dépenses d'éducation se situant autour de 5-6 % du PIB;
- une augmentation des dépenses publiques de R & D pour les porter à un minimum de 1 % du PIB et des dépenses publiques de S & T pour les porter à au moins 2-3 % du PIB, en mettant l'accent sur la création d'emplois dans les petites et moyennes entreprises;
- des mesures concrètes de lutte contre la corruption, de décentralisation des processus de développement et de mise en œuvre d'une bonne gouvernance.

Malheureusement, la plupart des pays n'ont pas accordé l'attention voulue à ces défis dans leurs politiques des dix dernières années. À l'exception de l'Inde, la plupart des pays de la région consacrent en moyenne moins de 0,5 % de leur PIB à la R & D. La principale réalisation durant cette période a été dans le domaine de la recherche agricole, qui a contribué à la productivité agricole et a donc assuré la sécurité alimentaire de beaucoup de pays de la région. Cependant, avec un taux de croissance moyen de la population de 2 %, la tâche à laquelle

sont confrontées aujourd'hui les communautés agronomiques est d'accomplir ce qu'on appelle la « deuxième Révolution verte ».

Du fait du faible niveau du soutien accordé aux secteurs de la S & T et à l'éducation, les pays d'Asie du Sud connaissent une crise grave de l'enseignement des sciences. Les sciences générales, à l'exception de la médecine et de l'ingénierie, ne sont plus considérées par les élèves du secondaire comme offrant des perspectives de carrière attrayantes. Les scientifiques éminents, qui étaient naguère des modèles de rôles, sont remplacés par de nouveaux modèles venant de domaines comme les affaires ou la technologie de l'information. Alors qu'il est urgent d'innover dans l'enseignement des sciences pour le rendre plus attrayant aux yeux des jeunes étudiants, les bons enseignants de sciences et de mathématiques se font rares, nombre d'enseignants potentiels préférant des métiers plus lucratifs. La science est maintenant en concurrence avec d'autres métiers et secteurs qui se développent rapidement, dynamisés par la libéralisation et la mondialisation, comme l'économie, les affaires, la technologie de l'information, la mode, le tourisme et les loisirs. Un effort majeur de l'État comme des ONG est nécessaire pour sauver la science avant qu'elle ne perde tout attrait.

Malgré une amélioration des tendances au cours de la dernière décennie, le défi majeur concernant la situation des femmes dans la S & T pour la région dans son ensemble réside dans les programmes d'éducation et d'alphabétisation des femmes. Alors que le taux d'alphabétisme masculin dans la région s'établit à 62 %, le taux d'alphabétisme des femmes n'atteint que 36 %. La région est entrée dans le nouveau millénaire avec plus de 250 millions de femmes analphabètes, selon les rapports sur le développement humain de 2003. Le ciblage sur l'éducation des femmes requiert une attention sans précédent de la part des pouvoirs publics au cours des décennies à venir, car les nouvelles technologies – comme les TIC, les biotechnologies et les réseaux de S & T agricole associant recherche, éducation et vulgarisation – sont toutes des domaines à forte intensité de savoir. En dehors des défis et réponses susmentionnés, qui néanmoins varient selon les pays, plusieurs pays sont aussi insérés dans une matrice contextuelle concernant le rôle de la S & T au service du développement.

En Inde, les politiques de S & T se sont dans l'ensemble concentrées sur la composante apports de l'éventail de la R & D, tandis que les structures de liaison et l'élément diffusion de la R & D demeurent assez faibles et sont laissés au jeu naturel des différents acteurs du système national d'innovation. Une conséquence positive majeure de ces politiques a été la constitution d'une base de ressources humaines pour la S & T. Cependant, du point de vue des systèmes nationaux d'innovation (NIS), l'Inde aurait besoin de passer d'urgence du régime existant de la politique de S & T à un régime de politiques nationales d'innovation, comme c'est le cas au Japon et en République de Corée. Une telle perspective suppose non seulement le renforcement des principaux acteurs des NIS (le secteur académique, les systèmes de S & T et de R & D, les secteurs industriels et les organismes publics responsables de la bonne gouvernance), mais aussi l'établissement de liens entre ces acteurs et tout le système socio-économique.

Étant donné la taille et l'économie de la Chine, pays voisin et concurrent, il est besoin de porter le niveau du budget de R & D de 1,08 % du PIB au niveau auquel s'est engagé le gouvernement, à savoir 2 %, au cours des trois années à venir et de consacrer 6 % du PIB à l'éducation. À cet effet, il faut accroître la R & D industrielle privée. Les mesures d'incitation fiscales existantes manquent de fondement pénal, ce à quoi pourrait remédier le Département de la science et de la technologie.

C'est le secteur universitaire qui est le plus négligé, ne comptant que pour de 8 à 10 % des dépenses nationales de R & D, et les nouvelles politiques d'innovation doivent équilibrer comme il convient la répartition des ressources entre les différents acteurs des NIS. La base future de ressources humaines, la réussite en matière d'innovation dans les nouvelles technologies (nanotechnologie, biotechnologie, bio-informatique et sciences des matériaux) et le potentiel économique des industries à base de connaissances, dont les télécommunications, dépendent totalement du dynamisme de l'enseignement supérieur et de la recherche dans le secteur universitaire. De plus, en Inde, le secteur de la science académique a besoin d'une très forte impulsion pour enrayer les tendances actuelles à la stagnation et au déclin des publications de S & T citées dans le SCI au niveau

mondial. Les systèmes de R & D liés à la défense et au domaine stratégique en Inde ont fait preuve d'un grand dynamisme et ont atteint un très haut niveau de capacités technologiques. Le défi à l'avenir sera néanmoins de convertir les capacités technologiques de la défense et du domaine stratégique (comme dans le cas de l'espace) en innovations utiles et commercialisables dans les secteurs civils.

La République islamique d'Iran, malgré des recettes pétrolières considérables et une infrastructure éducative relativement développée, n'a pas réussi à faire de la S & T un facteur majeur de son économie. Des contraintes excessives pesant sur l'économie et une longue politique de repli sur soi ont beaucoup nui au système de S & T. Pays possédant une longue tradition scientifique, la République islamique d'Iran a vu ses efforts pour constituer des communautés scientifiques sérieusement compromis durant ces deux dernières décennies. Le défaut d'autonomie de la science en tant que système social est un des problèmes majeurs auxquels a été confrontée la communauté scientifique. Toutefois, une attitude positive envers la science, la rationalité et le développement dans le grand public est en train de susciter un nouveau mouvement de la société en faveur de la science et du développement, actuellement au stade embryonnaire.

La principale faiblesse du système iranien de S & T tient au développement technologique. Là encore, la situation actuelle, qui a fait obstacle aux investissements extérieurs et aux technologies étrangères, à côté d'une concentration excessive de l'industrie dans le secteur public, a entraîné de sérieux problèmes de dynamisme technologique. La faiblesse du système de R & D du secteur public comme du secteur privé, associée à l'insuffisance des liens avec le secteur universitaire, a empêché de catalyser l'absorption et l'assimilation des technologies étrangères et des technologies de pointe. Reconnaisant les problèmes qui se posent et ne voulant pas rester à l'écart de la vague de libéralisation et de mondialisation qui déferle sur d'autres pays, la République islamique d'Iran est en train de restructurer son système de R & D. Son secteur universitaire bien développé et la proportion relativement élevée de ses citoyens éduqués lui confèrent un avantage dans la course qu'elle mène

pour rattraper le retard de ses industries du savoir et des technologies de l'information.

Au Népal, à Sri Lanka et au Bangladesh, l'obstacle majeur au développement dynamique des capacités scientifiques et technologiques endogènes est la faiblesse du niveau du soutien de l'État à la R & D (0,26 % du PIB au Népal, 0,19 %

à Sri Lanka et seulement 0,01 % au Bangladesh). Le manque de spécialistes très qualifiés dans les organismes de R & D, le sous-développement de l'enseignement supérieur et de la base scientifique dans les universités, la dépendance par rapport aux formations étrangères dans les domaines spécialisés de la S & T et le défaut d'incitations professionnelles adéquates fondées

Projets de microcrédit au Bangladesh

Les institutions financières de microcrédit parrainées par le gouvernement et les ONG qui ont pour objectif spécifique d'aider les groupes pauvres de la population au Bangladesh commencent à donner des résultats significatifs dans la diffusion de l'éducation et de l'information.

La Grameen Bank a été créée par Muhammad Yunus en 1983 pour prêter, sans garantie, de très petites sommes aux pauvres afin de les aider à créer des micro-entreprises. À la date d'août 2004, elle avait déboursé 4,6 milliards de dollars des États-Unis d'Amérique de prêts en faveur de 3,8 millions d'emprunteurs. La Banque fournit ses services dans 53 000 villages du Bangladesh (plus de 70 % du total), prêtant environ 2 millions de dollars par jour en prêts d'un montant moyen de 200 dollars. Quelque 96 % des emprunteurs sont des femmes. La Banque cible les femmes parce qu'elles tendent à prévoir à plus long terme et remboursent scrupuleusement les sommes empruntées (99 % des prêts de la Grameen Bank sont remboursés) ; les femmes consacrent aussi davantage de leurs bénéfices commerciaux à leur famille que les hommes, utilisant ces bénéfices pour envoyer leurs enfants à l'école.

Le développement de la Grameen Bank a suscité une croissance phénoménale du nombre des écoles aidées par les emprunteurs. En ayant commencé par un investissement modeste de moins de 1 milliard de takas* par an en 1986, la Grameen Bank avait déboursé plus de 9 milliards de takas pour 16 000 écoles huit ans plus tard.

Comme la Grameen Bank, le projet Grameen Phone promeut l'autonomisation des femmes et la diffusion de

l'information dans les zones rurales au moyen d'un système de crédit. Grameen Phone, entreprise nationale de téléphonie mobile, permet aux femmes pauvres des villages de commercialiser des services téléphoniques pour tout leur village ou des clients individuels. Outre qu'il autonomise les femmes, ce projet connecte les villages aux marchés des villes. Les villages sont aussi gagnants en termes d'éducation, de santé et autres besoins d'information. À ce jour, Grameen Phone a distribué plus de 2 000 téléphones portables à des « dames du téléphone » dans autant de villages.

Le fondateur de la Grameen Bank travaille actuellement avec Hewlett-Packard en vue d'installer des kiosques Internet dans les villages. Ces Grameen Digital Centres seront conçus de telle façon que même les villageois analphabètes pourront s'en servir, grâce à des écrans tactiles et des commandes vocales.

Un autre projet aux multiples facettes est le Comité de promotion rurale du Bangladesh (BRAC). Cette institution combine formation et crédit en faisant acquérir des compétences pour promouvoir les micro-entreprises dans des activités telles que la culture des légumes, la production de soie, l'élevage, les pêches et la sylviculture. Plus de 280 000 clients ont bénéficié de ces activités et appris à connaître leurs droits concernant la famille et les affaires.

Source: www.grameen-info.org/bank/

* En juin 2005, 100 takas bangladais valaient 1,57 dollar des États-Unis d'Amérique.

sur le mérite sont des problèmes communs aux systèmes de recherche de ces pays. Alors que le Bangladesh doit encore parvenir au niveau de financement de la R & D déjà atteint par les autres pays de la région, la situation s'améliore rapidement dans le cas du Pakistan et du Népal, qui ont quasiment doublé le soutien public à la R & D ces cinq dernières années.

Un trait commun au Pakistan, au Bangladesh et à Sri Lanka est l'existence d'organismes de R & D créés il y a plus de trente ans, comme l'ITI et le NERDC à Sri Lanka, le PCSIR au Pakistan et le BCSIR au Bangladesh. Ces organismes peuvent jouer un rôle important dans le développement de capacités technologiques au niveau national et au niveau des entreprises. Par exemple, la réussite récente des industries du textile et de l'habillement au Bangladesh et à Sri Lanka pourrait être encore renforcée et étendue à d'autres secteurs industriels en reliant leurs besoins et leurs demandes aux institutions de R & D. La faiblesse de l'effort de R & D, associée à des objectifs à courte vue et au saupoudrage des financements entre un grand nombre de projets, paraît être le principal problème indiqué par le BCSIR et l'ITI. L'absence de R & D en aval et de moyens de conception et d'ingénierie pour élever le niveau de la technologie élaborée dans les laboratoires nationaux et la transférer à l'industrie, comme le manque de mécanismes de capital-risque aidés par l'État, a entraîné un sous-emploi massif des capacités technologiques de ces institutions de R & D. Les laboratoires de l'ITI et du BCSIR sont implantés à proximité des principales universités de Colombo et de Dhaka, respectivement, mais il n'y a guère de mobilité et d'interaction entre les scientifiques et le personnel académique.

Il faut développer ces liens entre universités et organismes de recherche, d'une part, et avec l'industrie, d'autre part. Étant donné la faiblesse du niveau de financement de la R & D dans nombre de ces pays, dont l'Inde, il est besoin d'optimiser les efforts de recherche dans les nouveaux domaines de R & D par la mobilité des spécialistes, la mise en commun de matériels scientifiques sophistiqués et coûteux, des projets conjoints, et même par la création de laboratoires communs partagés par les universités et les laboratoires nationaux, comme dans le cas de la France. Plus de 80 % des laboratoires du CNRS ont entrepris durant

la dernière décennie de fonctionner conjointement avec des universités françaises.

Le renforcement de la base scientifique des universités accompagné d'un développement des programmes de doctorat et de R & D, ainsi que l'examen par les pairs et l'application de normes d'excellence, sont désormais indispensables pour créer une base nationale d'innovation raisonnable. Cela prend beaucoup de temps. D'une certaine façon, ces tâches sont devenues un facteur essentiel du processus d'acquisition de capacités technologiques nationales, en particulier dans le domaine agricole, dans les biotechnologies et la santé, car il s'agit de domaines étroitement liés aux sciences fondamentales et aux capacités de recherche académiques. Une autre raison importante de soutenir les universités tient à la base de ressources humaines. Dans tous ces pays, y compris la République islamique d'Iran, les planificateurs des politiques de S & T en Asie du Sud ont mis beaucoup de temps à se rendre compte que le secteur académique pouvait devenir une source majeure d'innovations en S & T durant la présente décennie.

Le Pakistan a pris des dispositions pour que les entreprises de capital-risque et les institutions établies, comme la Société de développement scientifique et technologique, transfèrent à l'industrie la technologie mise au point dans les laboratoires nationaux. Pour beaucoup d'universités et d'organismes de R & D, y compris ceux qui relèvent du PCSIR, il y a cependant un problème de liaison entre les différents secteurs. Les PME fournissant des produits d'ingénierie, des textiles et des produits chimiques sont les secteurs de l'économie qui se développent le plus vite, et elles ont besoin du soutien de la R & D pour devenir compétitives grâce à la technologie et non plus à une main-d'œuvre bon marché. Cela est vrai aussi pour d'autres pays de la région.

Au Bangladesh, un élément remarquable est le rôle joué par les ONG, catalysé par la collaboration des organismes publics, dans la mise en place d'institutions de microcrédit, de santé rurale, d'innovation artisanale, et d'éducation. La Grameen Bank, Gonoshasthaya Kendra (GK), le Comité de promotion rurale du Bangladesh, la Mission Ahsania de Dhaka, Proshika et le Programme d'éducation des enfants défavorisés sont parmi les plus notables (voir encadré). Pour ce qui est de la

politique de S & T, le rôle de Gonoshasthya Kendra – le Centre de santé populaire, à Dhaka (qui produit les médicaments les plus indispensables dans son usine d'antibiotiques) – dans la formulation de la politique nationale en matière de médicaments mérite d'être mentionné.

Le Bhoutan et le Myanmar sont encore en train de construire leur infrastructure de S & T alors qu'ils sont engagés dans un processus d'institutionnalisation de la science. Le défi majeur pour ces pays (le groupe comprend aussi le Népal, Sri Lanka et le Bangladesh) au cours de la décennie à venir est de créer des communautés scientifiques viables qui joueront un rôle clé dans le développement de l'agriculture (dont l'élevage, la production laitière, la santé animale et les services vétérinaires) et dans l'exploitation du potentiel économique que représente la diversité biologique locale. La transformation des produits agricoles, dont les produits laitiers, les textiles, l'habillement en prêt-à-porter et les produits chimiques sont des domaines importants pour ce qui est de la valeur industrielle ajoutée dans ces pays. Les produits ligneux au Myanmar et au Bhoutan ainsi que le tourisme au Népal sont d'autres secteurs spécifiques. La future croissance du secteur manufacturier dépendra de plus en plus de la mesure dans laquelle ces pays développeront et déploieront des compétences professionnelles en ingénierie et en technique pour améliorer la « spécialisation flexible » existante. Ces compétences sont cruciales pour absorber les technologies importées et développer les capacités techniques locales.

Comme une forte proportion de la population active (environ 94 % au Bhoutan et au Népal et 73 % au Myanmar) continue à dépendre de l'agriculture, les stratégies de gestion de la transition de l'agriculture à l'industrie et aux services appellent un effort éducatif majeur concernant les compétences professionnelles et techniques. Dans les petits pays, la rétention des scientifiques et ingénieurs formés devient plus importante que la formation elle-même. Des études indiquent que l'offre d'incitations et la création d'un climat professionnel sont propres à enrayer le processus d'exode des cerveaux. Les politiques de S & T visant à enrayer cet exode et à encourager le gain de cerveaux ont des chances de prendre une importance sans précédent dans le proche avenir, en raison de la pénurie de compétences dans les pays industrialisés d'Europe et d'Amérique du Nord et en Australie.

Les Maldives, avec une population de 250 000 habitants, sont un des plus petits pays du monde. Ce pays affiche le taux d'alphabétisme des adultes et le taux de scolarisation dans le primaire les plus élevés de la région (97 % et 100 % respectivement), mais il est encore dépourvu d'établissement d'enseignement supérieur. Le principal défi pour ce pays est de créer un tel établissement, qui fonctionnera en réseau avec les pays voisins pour tirer parti de leurs connaissances et de leurs informations.

En Mongolie, la structure de la S & T est encore en train de se transformer pour accompagner les nouvelles politiques orientées vers l'économie de marché et la libéralisation. Étant donné la taille limitée de son économie et de sa population, le défi majeur pour l'innovation technologique est de parvenir à la compétitivité internationale. Avec une proportion relativement élevée de scientifiques et d'ingénieurs par million d'habitants, le pays a le potentiel requis pour intégrer et commercialiser les nouvelles technologies et les technologies de pointe, mais tout dépendra de la mesure dans laquelle les nouvelles politiques de S & T adoptées en 1997 permettront de forger des partenariats fructueux dans les relations université/industrie.

Les pays d'Asie du Sud sont avant tout des pays agricoles, et ils risquent de connaître une transformation rapide au cours de la décennie à venir. D'un point de vue global, un examen rapide de la structure des échanges technologiques depuis les années 70 révèle une leçon importante pour ces pays. Entre 1976 et 1996, la part des matières premières ou produits de base et des articles issus des technologies de faible niveau dans le commerce international est tombée de 45 % et 21 % à 24 % et 18 % respectivement, et la part des articles issus des technologies de pointe et des technologies intermédiaires est passée de 11 % et 22 % à 22 % et 32 % respectivement (Banque mondiale, 1999, p. 28). Cette tendance s'est poursuivie en 2000-2004, comme l'indique la part croissante du secteur des services. Autrement dit, les ressources naturelles et la main-d'œuvre bon marché peu qualifiée n'ont guère de chances de donner un avantage comparatif à nos économies à l'avenir. C'est la valeur ajoutée grâce aux nouvelles compétences, au changement technologique et au savoir, associée à des innovations institutionnelles et organisationnelles appropriées, qui jouera un rôle clé dans l'avantage comparatif des pays d'Asie du Sud.

RÉFÉRENCES ET LECTURES COMPLÉMENTAIRES

- Amaradasa, R. M. W.; de Silva, M. A. T. 2002. The Evolution and Structure of Science and Technology in Sri Lanka. *Science, Technology and Society*, 6 (1).
- Arunachalam, S. 2002. Is Science in India on the Decline? *Current Science*, 83 (2), pp. 107-108.
- Bajracharya, D.; Bhuju, D. 2000. Public Understanding of Science and Technology in Nepal. Communication à la Conférence internationale sur la compréhension par le public de la science et de la technologie, 24-27 avril, Kuala Lumpur, Malaisie.
- Bangladesh Rice Research Institute. 1997. *Bangladesh Rice Research Institute : Serving the Nation*. Dhaka, BRRI.
- Banque mondiale. 1999. *World Development Report 1998-1999: Knowledge for Development*. Washington, D. C., Banque mondiale/Oxford University Press.
- . 2000. *World Development Report 1999-2000: Entering the 21st Century*. Washington, D. C., Banque mondiale/Oxford University Press.
- Bhalla, A. S. 1996. *Facing the Technological Challenge* (ILO Study Series). Macmillan/St. Martin Press, Royaume-Uni.
- Bhuju, D. R. 1999. *Profile of the Science Popularization Project*. Katmandou, Népal, Royal Nepal Academy of Science and Technology (RONAST), Communicator 1.
- Ceylon Institute of Scientific and Industrial Research. 1997. *40 Years of CSIR*. Colombo, CSIR.
- Department of Science and Technology. 1992. *Women Engineers in India*. Bombay, Indian Institute of Technology.
- . 1998. *Professional Women in Agriculture*. Hyderabad, National Academy of Agricultural Research Management.
- Ernst & Young. 2004. *Global Biotech Report*. [http://www.ey.com/global/download/nsf/India/BioTechRprt2004/\\$file/BioTechRpt2004.pdf](http://www.ey.com/global/download/nsf/India/BioTechRprt2004/$file/BioTechRpt2004.pdf).
- Gaillard, J.; Krishna, V. V.; Waast, R. 1997. *Scientific Communities in the Developing World*. New Delhi, Sage.
- Goel, S. 2000. IIT's \$1 Billion Facelift Set to Take Shape. *Economic Times Online*. <http://economictimes.com>.
- Haque, M. M.; Islam, N. 1997. *Promoting Industrial Competitiveness Through Technological Capability Building in Bangladesh*. Miméographié. Dhaka, Institute of Appropriate Technology, Bangladesh University of Engineering and Technology (BUET).
- Harding, S.; McGregor, E. 1996. La place des femmes dans la science et la technologie - La Science par qui? Dans : *Rapport mondial sur la science 1996*. Paris, Éditions UNESCO, pp. 305-319.
- Hill, S. C. 2004. Introduction. Dans : *Gender, Science and Technology: an Asia-Pacific Gender Mainstreaming Training Manual*. Jakarta, UNESCO/APGEN/PNUD.
- Hirwani, R. 2004. *Globalisation of R & D in India*. Thèse de Ph. D. Bombay, S. J. Mehta School of Management (IIT).
- Human Development Centre. 1998. *Human Development in South Asia 1998*. Karachi, Oxford University Press.
- Industrial Technology Institute. 1998. *Annual report*. Colombo, ITI.
- Islam, N. 2005. *S & T System in Bangladesh : Science, Technology and Society*. Miméographié. Bangkok, Technology Management Group (AIT).
- Islam, N.; Haque, M. M. 1994. *Technology Planning and Control*. Dhaka, Bangladesh University of Engineering and Technology (BUET).
- Karunanayake, E. H. 1999. *Science and Technology*. Miméographié. Colombo, Department of Biochemistry, University of Colombo, pp. 289-313.
- Khadria, B. 1999. *The Migration of Knowledge Workers*. New Delhi, Sage.
- Khan, K. M. 1997. *Fifty Years of Science and Technology in Pakistan*. Islamabad, Pakistan Science Foundation.
- Krishna, V. V. 2001. La Place de la science universitaire en Inde. *Revue internationale des sciences sociales* (numéro spécial consacré à la science et ses cultures), n° 168.
- Krishna, V. V.; Khadria, B. 1997. Phasing Scientific Migration in the Context of Brain Gain and Brain Drain in India. *Science, Technology and Society* (numéro spécial consacré à la mobilité internationale des scientifiques), 2 (2), pp. 347-385.
- Krishna, V. V.; Waast, R.; Gaillard, J. 1998. La Mondialisation et les communautés scientifiques dans les pays en développement. Dans : *Rapport mondial sur la science 1998*. Paris, Éditions UNESCO/Elsevier, pp. 284-300.
- Kumar, N. 2000. It Is no Small Matter, Mahajan to tell US cos. *Indian Express*, Bombay. <http://www.indianexpress.com>.
- Kumar, N. K.; Quach, U.; Thorstendottir, H.; Somsekhar, H.; Daar, A.; Singer, P. 2004. Indian Biotechnology : Rapidly Evolving and Industry Led. *Nature Biotechnology*, vol. 22, supplément, décembre, pp. 31-36.
- Lakhota, S. C. 2005. India's Ambitions to Be a World Leader (commentary). *Current Science*, 88 (11), pp. 1731-1735.
- Lalitha, N. 2002. Indian Pharmaceutical Industry in WTO Regime : a SWOT Analysis. *Economic and Political Weekly*, 24 août.
- Lama, M. P.; Lavakare, P. J. 1995. Technology Missions for South Asia : Cooperation in the High Tech Domain. Dans : L. L. Mehrotra, H. S. Chopra et G. W. Kueck (dir. publ.), *SAARC : 2000 and Beyond*. New Delhi, Omega Science.
- Mahadavy, H. 1999. Comments on a Misleading Issue : Transfer of Technology. Actes du Séminaire sur la technologie et la rénovation de l'industrie, 15-17 novembre 1999. Téhéran, Centre iranien pour la recherche-développement industrielle, pp. 1-60.
- Naim, T. 2005. Pakistan's Innovation and Technological Capability. Communication présentée à l'Atelier sur la politique de S & T dans la région Asie-Pacifique : implications pour la diffusion des connaissances et la transformation sociale. AEGIS, University of Western Sydney, 27 mars.
- National Association of Software and Services Companies. 2000. *India : an Overview of IT Software and Services Industry*. New Delhi, NASSCOM.
- National Science Foundation. 1998. *Science and Engineering Indicators, 1998*. Washington, D. C., National Science Board, NSF.
- Observatoire des sciences et des techniques. 2004. *Principaux indicateurs S & T*. Paris, OST.

- Organisation mondiale de la propriété intellectuelle. 2000. *Annual Technical Report 2000: on Patent Activities (Mongolia)*. OMPI, SCIT/ATR/PI/200/MN. <http://www.wipo.int/scit/atrs/atr00/patents/mn.pdf>.
- Osareh, F.; Wilson, C. S. 2002. Collaboration in Iranian Scientific Publications. *Libri*, 52, pp. 88-98.
- Planning and Budget Organization; ONU. 1999. *Human Development Report of the Islamic Republic of Iran*. Téhéran, PBO/UN.
- Programme des Nations Unies pour le développement. 1999. *Rapport sur le développement humain 1999*. Royaume-Uni/ Delhi, PNUD/Oxford University Press.
- . 2004. *Rapport sur le développement humain*. New York, PNUD/Oxford University Press.
- Rahman, A. 1999. Document d'orientation sur le Pakistan présenté à la Conférence mondiale sur la science, Budapest, juin 1999.
- Rajghatta, C. 1999. Brain Curry : American Campuses Crave for IIT of Glory. *Indian Express*, Bombay. <http://www.indian-express.com>.
- Ramani, S. V. 2002. Who is Interested in Biotech ? R & D Strategies, Knowledge Base and Market Sales of Indian Biopharmaceutical Firms. *Research Policy*, 31 (3), pp. 381-398.
- Rao, C. N. R. 1999. Future of Science in India. *Science*, 286, p. 1295.
- Ratnasamy, P. 1999. Entretien. *Times of India*, 14 novembre.
- Research and Information Systems for the Non-Aligned and Other Developing Countries. 1999. *SAARC Survey of Development and Cooperation 1998-1999*. New Delhi, RIS.
- . 2004. *SAARC Survey of Development and Cooperation 2002-2003*. New Delhi, RIS.
- Samarajeewa, U. 2003. *Research and Research Training in Sri Lanka*. Colombo, Ward Place, University Grants Commission.
- Sharp, M. 1991. Europe : a Renaissance. *Science and Public Policy*, décembre, pp. 393-400.
- Technology, Information, Forecasting and Assessment Council. 2004. *Patents in Biotechnology : Indian Scene*. New Delhi, IPR, Department of Science and Technology, TIFAC.
- Turpin, T.; Bulгаа, G. 2004. S&T Reform in Mongolia : a Challenge in Transition. *Science, Technology and Society*, 9 (1), pp. 129-150.
- UNESCO. 1998. *Rapport mondial sur la science 1998*. Paris, Éditions UNESCO.
- . 1999. *Annuaire statistique 1999*. Paris, Éditions UNESCO.
- . 2003. *Genre et éducation pour tous : le pari de l'égalité*. Rapport mondial de suivi sur l'EPT. Paris, Éditions UNESCO.
- . 2005. *Éducation pour tous : l'exigence de qualité*. Rapport mondial de suivi sur l'EPT. Paris, Éditions UNESCO.
- Wickremasinghe, S.; Krishna, V.V. 2005. S&T Policy and the Sri Lankan National System of Innovation: Enhancing the Role of Public Research Systems. Communication présentée à l'Atelier sur la politique de S & T dans la région Asie-Pacifique : implications pour la diffusion des connaissances et la transformation sociale, AEGIS, University of Western Sydney, 27 mars.

V. V. Krishna est professeur de politique scientifique au Centre for Studies in Science Policy de l'École des sciences sociales de l'Université Jawaharlal Nehru (JNU), à New Delhi, et professeur invité (2004-2005) à l'*Australian Expert Group on Industry Studies*, University of Western Sydney, Australie. Il est titulaire d'un doctorat en sociologie des sciences de l'Université de Wollongong, Nouvelles Galles du Sud, Australie.

V. V. Krishna a plus de vingt ans d'expérience de la recherche dans les domaines de la sociologie des sciences, des études sur les politiques scientifiques et technologiques et de l'histoire sociale de la science. Il a publié plus de vingt-huit articles et quatre livres.

Il est le fondateur et le rédacteur en chef de *Science, Technology and Society*, revue internationale consacrée aux questions de politique de S & T dans le monde en développement.

V. V. Krishna a été consultant auprès de l'UNESCO, à Paris, pour ses programmes d'édition électronique dans les pays en développement et a participé au *Rapport mondial sur la science 1998*. Il a été consultant auprès de l'OIT en 2001 pour son programme sur le secteur informel.

Il a été membre du conseil de la Society for Social Studies of Science (4S), États-Unis d'Amérique, et membre des *Policy Studies* du Conseil international pour la science (CIUS), à Paris. Il fait actuellement partie de l'équipe spéciale de l'ONUDI sur les pôles industriels à New Delhi.

Usha Krishna est maître de conférences et chef du Département de sociologie du Meerut College, Meerut, Uttar Pradesh, Inde. Elle a durant les vingt-cinq dernières années enseigné la sociologie au niveau des études universitaires supérieures et est spécialisée dans les mouvements sociaux, la sociologie industrielle et la théorie sociale.

Ses travaux de recherche récents ont porté sur le statut de l'enseignement des sciences, les mouvements scientifiques et les études sur les diasporas. Elle a récemment achevé une thèse de doctorat intitulée *The Radical Humanist Movement in India - A Sociological Study*.

Le *Rapport de l'UNESCO sur la science* rend compte de l'état de la science dans le monde à travers le regard d'une équipe d'experts indépendants. Une série d'essais informatifs et suscitant la réflexion indiquent et analysent les tendances émergentes de la recherche et de l'enseignement supérieur.

Chaque chapitre décrit comment la recherche et développement est organisée dans une région ou un pays donné. Qui fait de la recherche et développement aujourd'hui ? Où et avec quels moyens ? Quelles sont les nouvelles priorités ?

Faisant autorité et d'une lecture aisée, le *Rapport de l'UNESCO sur la science* constitue un inestimable recueil de faits, de chiffres et d'analyses pour quiconque désire comprendre comment les questions actuelles façonnent la science.

Le *Rapport de l'UNESCO sur la science* est le quatrième d'une série qui présente périodiquement un aperçu mondial de la science. Accueilli avec intérêt à l'époque, son prédécesseur, qui fut le *Rapport mondial sur la science*, a été publié en 1998.



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

www.unesco.org/publishing

