

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 bangladaïsi 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

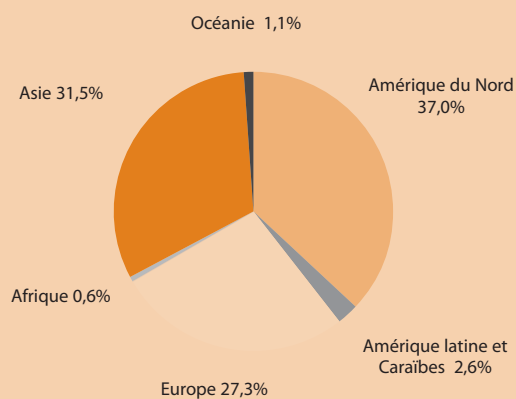
	PIB (en milliards de dollars)	% du PIB mondial	Population (en millions d'habitants)	% de la population mondiale	DIRD (en milliards de dollars)	% de la DIRD mondiale	DIRD en % du PIB	DIRD par habitant
Monde	47 599,4	100,0	6 176,2	100,0	829,9	100,0	1,7	134,4
Pays développés	28 256,5	59,4	1 195,1	19,3	645,8	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
Brésil	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
Brésil	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

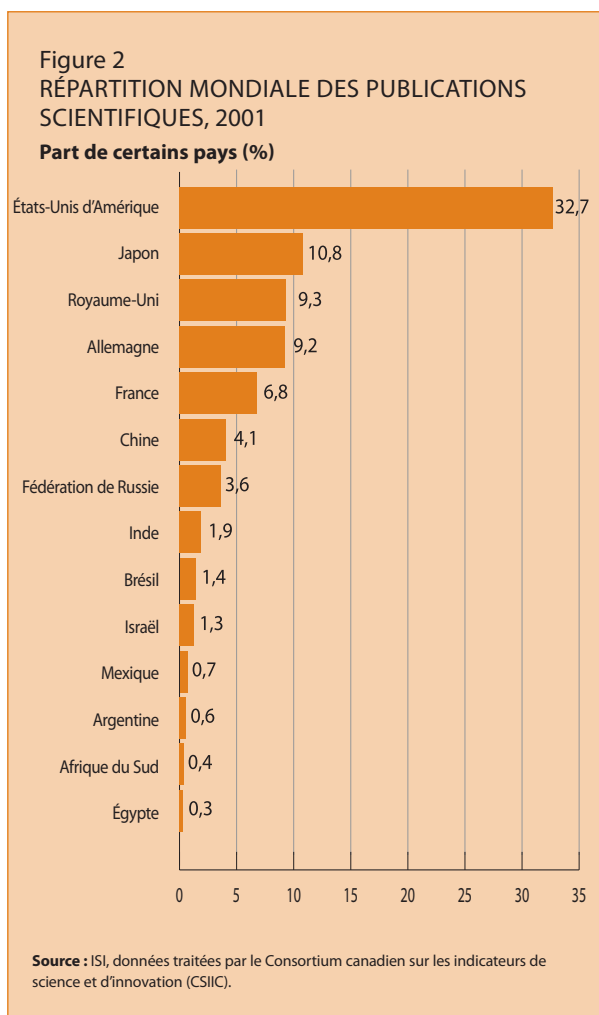


Tableau 5
RÉPARTITION MONDIALE DES PUBLICATIONS SCIENTIFIQUES, 1991 ET 2001

	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

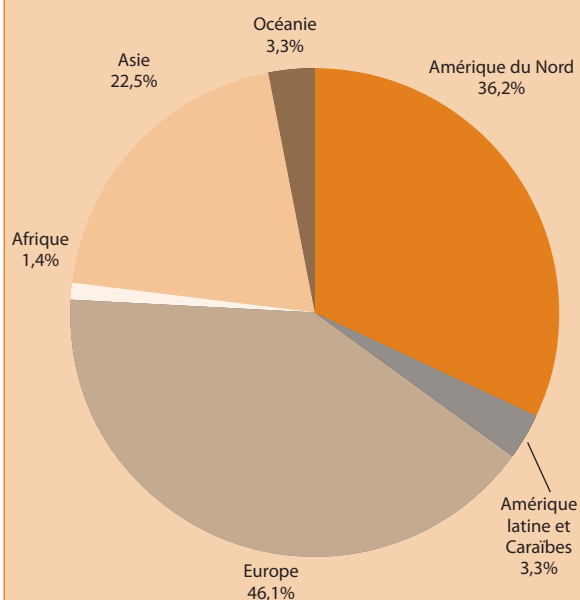
Note : les sommes des nombres et des pourcentages pour les différentes régions sont supérieures aux chiffres totaux et à 100 %, car les publications collectives dont les coauteurs appartiennent à des régions différentes sont intégralement comptabilisées dans chacune d'elles.

	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.

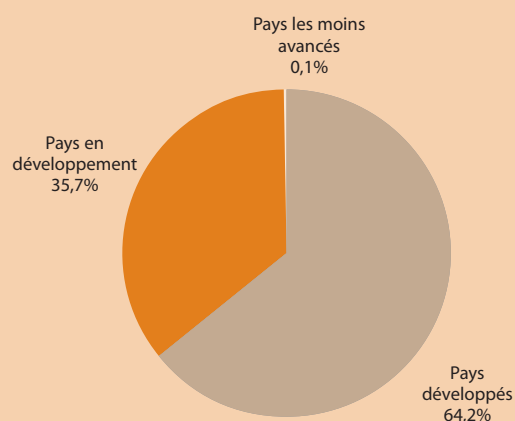
qui y sont délivrés ne nuance qu'en partie ce tableau, lequel s'explique par le rôle jadis prépondérant (et qui perdure ?) du secteur industriel public plutôt qu'il ne reflète le degré de compétitivité de l'industrie sur la scène mondiale (voir le chapitre sur la Fédération de Russie).

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

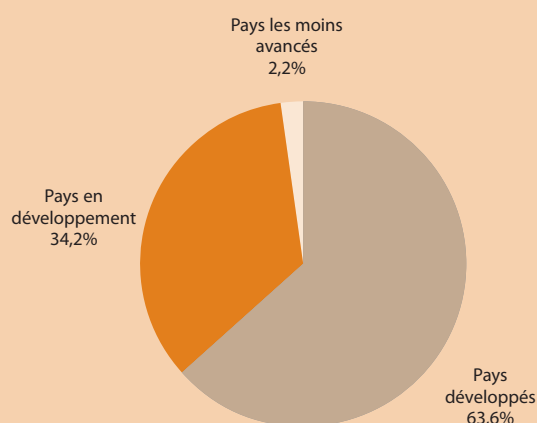
Importations	Total		Exportations *	% du total mondial
% du total mondial			% du total mondial	
1 117 139	100,0	1 033 878	100,0	
717 698	64,2	658 048	63,6	
398 414	35,7	353 141	34,2	
1 027	0,1	22 689	2,2	
292 076	26,1	197 819	19,1	
241 986	21,7	162 299	15,7	
50 090	4,5	35 520	3,4	
404 270	36,2	399 016	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)



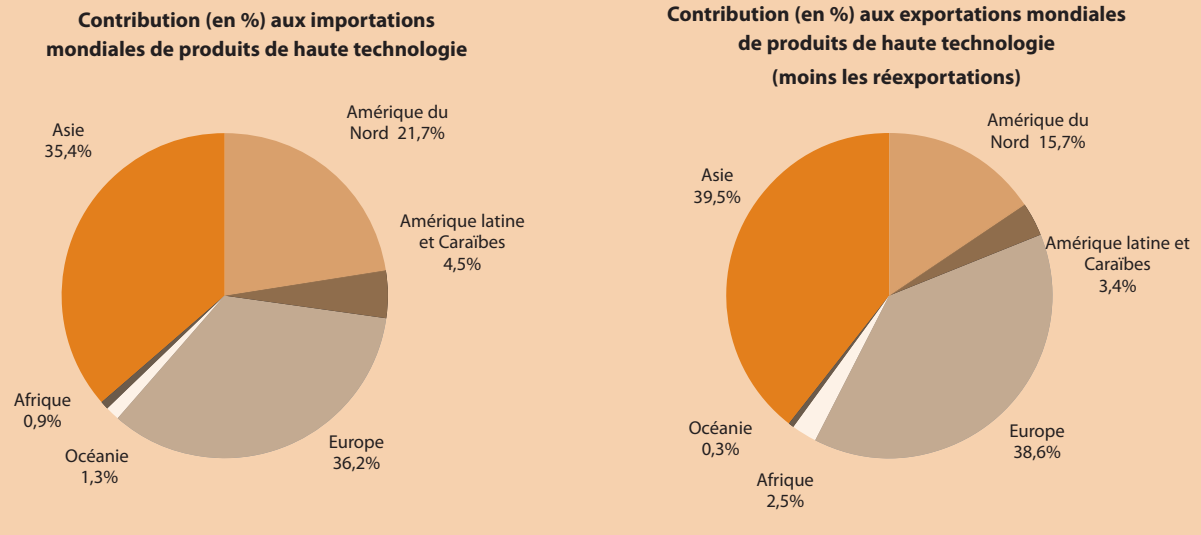
souvent d'importantes différences entre leurs sous-secteurs. Une autre raison tient à la « dissection » des processus de fabrication ou de production.

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 sociale) 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.

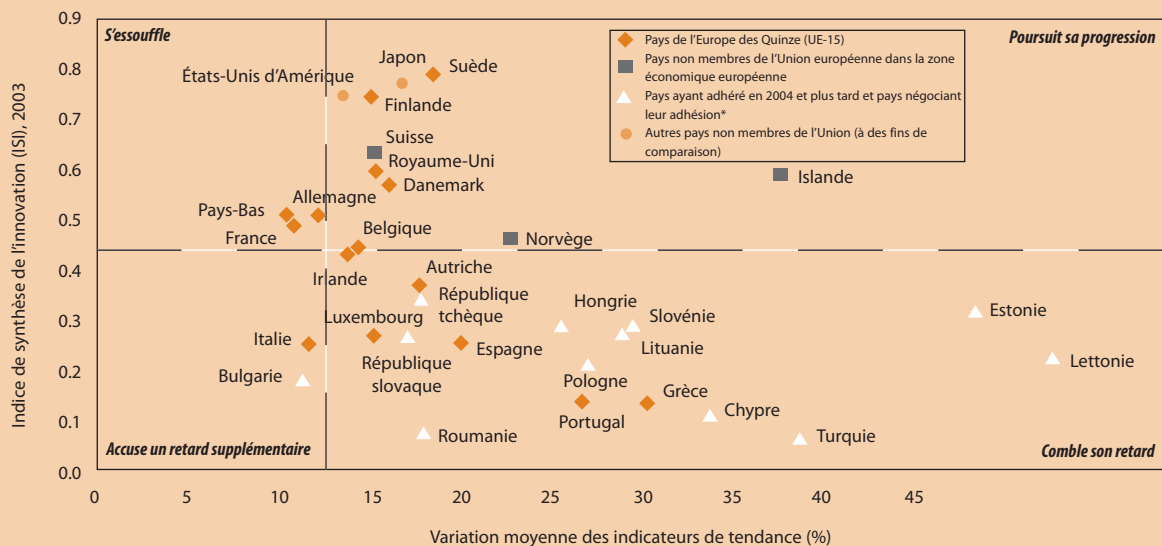
De nouveaux rôles pour l'État

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 innovent) ; 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).