



Politique de la science et de l'innovation : Principaux défis et perspectives

**Comment mobiliser
la science au service
de la société ?**

**Pourquoi les droits
de propriété intellectuelle
sont-ils importants ?**

**La dimension
internationale**

**Comment attirer davantage
de scientifiques
et d'ingénieurs ?**

**Émigration ou immigration
des cerveaux ?**

Pour plus d'informations

Pour en savoir plus

Introduction

La science et la technologie exercent une influence croissante sur la société et l'économie. Les découvertes scientifiques continuent de repousser les limites de la connaissance et contribuent de plus en plus au progrès technologique qui conditionne notre façon de vivre et de travailler. Les nouvelles technologies nous aident à protéger l'environnement, à bâtir des maisons, des écoles et des usines plus sûres, et à mettre au point des systèmes de transport économes en énergie. Les découvertes de la génétique permettent de sauver des vies et d'améliorer l'état de santé des populations dans le monde entier. Les industries fondées sur les nouvelles technologies emploient des millions de travailleurs hautement qualifiés dans la zone OCDE et au-delà. Les technologies de l'information et des communications (TIC) ont permis d'améliorer la productivité et donné à un plus grand nombre de personnes, d'entreprises et de pays les moyens de participer à l'économie du savoir.

Les progrès constants dans les domaines des biotechnologies, des nanotechnologies et des TIC continueront de donner lieu à d'autres améliorations du niveau de vie et des performances économiques. Mais de tels progrès requièrent des efforts soutenus en matière de recherche. Par ailleurs, une découverte qui permet de sauver des vies et de créer des emplois peut en même temps se révéler nuisible pour la population et perturber l'économie. Ce sont de telles considérations qui sont à l'origine de débats de société centrés sur des questions comme les aliments génétiquement modifiés et l'énergie nucléaire, ou encore l'identification biométrique à partir de l'empreinte rétinienne. En outre, des efforts considérables seront nécessaires pour faire en sorte que les entreprises traduisent les résultats de recherche en nouveaux produits, processus et services.

Que peuvent faire les gouvernements des pays membres de l'OCDE pour canaliser le progrès scientifique et technologique au bénéfice de la société tout entière ? Comment la recherche publique peut-elle au mieux contribuer à l'innovation et à la croissance économique ? A une époque où le savoir est devenu une composante déterminante de la compétitivité et où un rôle plus important est dévolu à la propriété intellectuelle qui confère aux innovateurs un avantage de marché par rapport à leurs concurrents, dans quelle mesure les données issues de la recherche scientifique financée sur fonds publics devraient-elles demeurer accessibles et à qui ? Compte tenu des préoccupations croissantes que le progrès scientifique inspire à la population et de la désaffection de la jeunesse pour la science, comment la société peut-elle produire les scientifiques et ingénieurs nécessaires pour maintenir le dynamisme de l'économie du savoir ? La mondialisation, elle aussi, façonne le progrès scientifique, et réciproquement. Le développement du savoir scientifique et de la capacité technologique passe de plus en plus par la coopération internationale, que ce soit dans le cadre de projets scientifiques de grande envergure comme le collisionneur hadronique (LHC) du CERN ou dans de nouveaux domaines comme la neuroinformatique. Comment les gouvernements des pays de l'OCDE devraient-ils organiser cette coopération de façon qu'ils en partagent tous la charge et les avantages ?

La présente édition de *Synthèses* examine ce que les gouvernements des pays de l'OCDE ont déjà et pourraient faire à l'avenir pour veiller à ce que la science et la technologie continuent à fournir des solutions aux problèmes économiques, sanitaires et environnementaux tout en limitant au minimum les risques potentiels et en tenant compte des besoins et des intérêts d'un nombre croissant de parties prenantes dans les milieux gouvernementaux, scientifiques et industriels ainsi que dans la société civile en général. ■

Comment mobiliser la science au service de la société ?

Les découvertes scientifiques peuvent avoir de formidables implications dans la société et la vie quotidienne, mais le lien entre un domaine de recherche, voire une percée scientifique particulière, et un nouveau produit, processus ou service n'est pas toujours évident, tant s'en faut. Il est donc de première importance, dans une économie du savoir en évolution rapide, de veiller à ce qu'il existe des systèmes permettant d'assurer le lien entre les travaux des scientifiques et les activités d'innovation des entreprises qui s'appuient sur ces travaux pour en tirer une valorisation commerciale.

Dans les pays de l'OCDE les entreprises financent et exécutent la plus grande part des activités de recherche-développement (R-D), mais celles-ci ont le plus souvent des finalités commerciales déterminées. Il reste cependant que de nombreuses percées technologiques que l'on considère aujourd'hui comme allant de soi sont issues de recherches financées sur fonds publics qui ne visaient pas une utilisation commerciale immédiate.

C'est exactement ce qui s'est produit avec l'Internet. Bon nombre des technologies fondamentales qui sous-tendent le « réseau des réseaux » que nous connaissons aujourd'hui – la toile mondiale (*World Wide Web*), les navigateurs Web, le courrier électronique – sont issues de la recherche financée sur fonds publics (voir l'encadré ci-après).

Par ailleurs, bon nombre des plus spectaculaires percées réalisées dans les sciences de la vie, notamment la cartographie du génome humain, qui a ouvert la voie à toute une série de nouvelles recherches et découvertes dans le domaine médical, ont bénéficié de la participation d'institutions de recherche publiques. Les travaux de recherche visant à mettre au point de nouveaux produits, processus et services à partir de ces découvertes sont menés par le secteur privé, mais ils n'auraient guère été envisageables sans pouvoir prendre appui sur la recherche publique.

Ce lien essentiel entre une découverte scientifique et la capacité d'en imaginer et d'en mettre au point des applications concrètes revêt d'autant plus d'importance que la science est de plus en plus le moteur de l'innovation. Si l'une et l'autre ont toujours été en interaction, l'innovation a souvent précédé son explication scientifique (ainsi la machine à vapeur a-t-elle été inventée bien avant que l'on énonce les principes de la thermodynamique auxquels obéit son fonctionnement). Si cela demeure parfois vrai encore aujourd'hui, les découvertes scientifiques constituent de plus en plus les fondements de l'innovation. Dans des domaines en plein essor comme l'électronique, l'informatique et, depuis quelque temps, les biotechnologies, la science et la technologie sont intimement liées. La question est de savoir comment gérer au mieux cette relation et faire en sorte que la science soit pleinement mobilisée au service de l'innovation dans la société.

La relation entre la recherche publique et la recherche privée revêt une importance primordiale pour faire en sorte que la complémentarité entre la science et l'innovation soit la plus productive possible pour la société. Les réponses aux grands défis à relever dans le domaine social – modes de prestations de soins de santé, de services aux populations vieillissantes, transport durable, sécurité et confidentialité dans le cyberspace – offrent de prometteuses possibilités de mobiliser les capacités créatrices du secteur privé dans le cadre de partenariats public-privé pour réaliser des gains de productivité et des améliorations de service dont la société pourra bénéficier. Mais la recherche financée sur fonds publics demeurera vraisemblablement déterminante pour lancer les nouvelles vagues de technologies révolutionnaires dans des domaines comme les TIC, les biotechnologies et les nanotechnologies. D'abord, les travaux dans ces disciplines importantes pour la collectivité, comme dans d'autres, se veulent de plus en plus multidisciplinaires, et l'innovation nécessite souvent la mobilisation de compétences complémentaires dans les secteurs public et privé de la recherche.

De fait, on constate que dans certains domaines, les activités de recherche publique et privée convergent à mesure que

L'importance de la recherche publique comme moteur de l'innovation industrielle

Si ce sont les entreprises qui impulsent le développement de nouveaux produits, en revanche, bon nombre des inventions clés que la société considère aujourd'hui comme normales sont l'aboutissement d'activités de recherche financées sur fonds publics. Tel est le cas de l'Internet, avec tout ce qui est venu s'y greffer, notamment, bien sûr, le courrier et le commerce électroniques.

L'Internet n'est pas issu des mécanismes de marché mais, dans une large mesure, de travaux de recherche militaire financés par l'État et réalisés dans les universités, les entreprises et les laboratoires publics. Plus encore, d'importantes innovations dans le domaine des TIC, comme l'informatique en temps partagé, l'interconnexion de réseaux, les postes de travail et même le courrier électronique, doivent toutes beaucoup à des travaux de R-D sur de nouveaux types de systèmes informatiques qui ont été financés sur fonds publics et réalisés, pour une large part, dans le cadre de programmes publics, parfois après que le marché eut abandonné la piste de recherche en question.

Le développement ultérieur de la toile mondiale a également le mérite de nous rappeler que l'objectif qui sous-tend un parcours de recherche donné n'a souvent guère de rapport direct avec le résultat auquel aboutira la recherche. En effet, la toile a été tissée en vue d'une finalité scientifique déterminée, qui était d'aider des centaines de scientifiques de différents pays à avoir accès aux données du Laboratoire européen de physique des particules (CERN). C'est le secteur privé qui, à partir de ce produit librement accessible de la recherche, a construit l'outil de communication universelle que nous connaissons aujourd'hui.

Politique de la science et de l'innovation : Principaux défis et perspectives

diminue le délai entre recherche universitaire et application industrielle. Une part importante des activités menées dans les grands laboratoires de recherche industrielle et dans les jeunes entreprises de haute technologie du secteur privé se situe à la pointe de la production de nouveaux savoirs, tandis que des chercheurs universitaires peuvent parfois se pencher pratiquement sans délai sur les possibilités d'application commerciale de leurs découvertes.

Les institutions de recherche publiques sont encouragés à collaborer plus étroitement avec le secteur privé pour accroître l'utilité de leurs recherches et en faciliter l'utilisation dans l'industrie. C'est ainsi qu'ont été nouées de vastes alliances ainsi que des relations contractuelles formelles, fondées, entre les universités et les entreprises. Les universités font leur entrée sur le marché en pleine expansion de la technologie, en faisant breveter leurs découvertes et en délivrant des licences pour leur utilisation, en menant des recherches sous contrat pour le secteur privé ou en participant à des partenariats public-privé de recherche en collaboration.

De nombreuses analyses, notamment de l'OCDE, mettent en évidence les effets favorables de la R-D publique sur la croissance et la productivité ainsi que son importance pour inciter les entreprises à investir dans la R-D. La part du secteur public dans les dépenses de R-D est en diminution dans les pays de l'OCDE (Graphique 1), mais la recherche publique devrait voir son rôle prendre de l'importance comme moteur de l'innovation dans les économies du savoir. De fait, à mesure qu'augmentent l'intensité scientifique de l'innovation et le recours des entreprises à des sources extérieures pour acquérir des connaissances scientifiques et techniques, on constate que les entreprises font un usage plus intensif de la recherche publique. De plus en plus, elles financent cette activité directement et collaborent davantage avec les établissements de recherche publics. De nouveaux modes de relations entre l'industrie et la science sont en outre encouragés par l'expansion des programmes de partenariats public-privé dans de nombreux pays de l'OCDE.

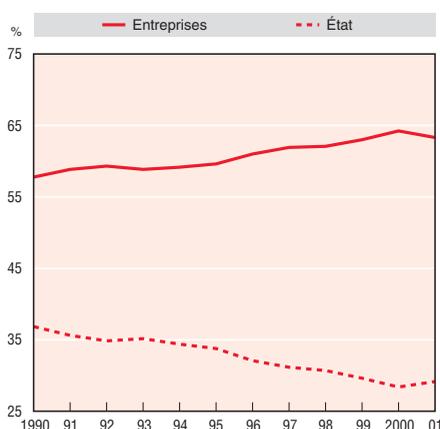
La recherche publique ne peut cependant à elle seule générer une demande sur le marché pour la science et la technologie. Pour se développer, l'innovation doit bénéficier d'un environnement économique propice, qu'il s'agisse de fondamentaux macroéconomiques tels que la propension à l'épargne et la stabilité de l'épargne, ou des conditions cadres telles que jusqu'à la politique de la concurrence, qui doit offrir suffisamment de souplesse pour que la collaboration soit possible, mais aussi la rigueur voulue pour éviter la collusion. De nombreux gouvernements ont engagé une réflexion sur les moyens de maximiser les avantages des relations entre l'industrie et la science en associant les parties prenantes de l'industrie dans une optique plus mondiale.

La recherche publique a également un rôle essentiel à jouer en fournissant des avis objectifs sur les risques et les avantages potentiels que présentent un domaine de recherche particulier ou ses résultats. Cela est d'autant plus vrai à une époque où la rapidité du progrès scientifique soulève des questions sur des sujets comme les aliments génétiquement modifiés, la thérapie génique ou la protection de la vie privée en ligne. Des pressions s'exercent également sur les gouvernements pour que développent des efforts de recherche en réponse aux préoccupations du public concernant la sécurité et la sûreté. Au delà de la protection physique des populations contre des formes d'agression classiques ou nouvelles il s'agit entre autres d'assurer leur biosécurité face aux maladies infectieuses et de poussées épidémiques telles que celle du SRAS, ainsi que leur cybersécurité face à la propagation rapide des virus informatiques sur l'Internet. ■

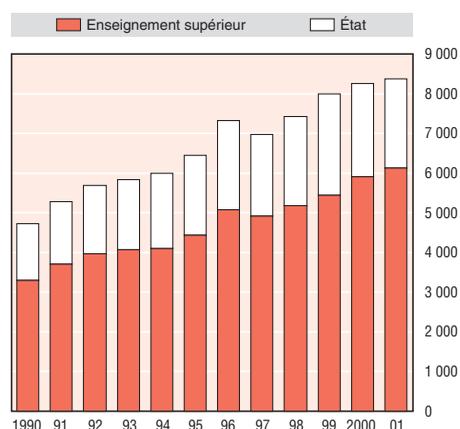
Pourquoi les droits de propriété intellectuelle sont-ils importants ?

Les droits de propriété intellectuelle, en particulier les brevets, revêtent une importance croissante pour la science et l'innovation car ils ont un impact sur la distribution des profits issus

Graphique 1. Parts des secteurs public et privé dans l'ensemble des dépenses de R-D, 1990-2001



Graphique 2. Financement de la R-D publique par les entreprises, 1990-2000, en millions d'USD PPA 1995



Source : OCDE, *Principaux indicateurs de la science et de la technologie*, septembre 2003.

de l'innovation, ainsi que sur la diffusion des nouvelles découvertes technologiques. Le nombre de brevets délivrés dans le monde entier a augmenté considérablement au cours des dix dernières années, dans une large mesure par suite des progrès des nouvelles technologies, notamment des TIC, qui comptent pour près de la moitié de l'augmentation et sont aujourd'hui à l'origine d'environ le tiers de l'ensemble des demandes de brevets. Plus de 850 000 demandes de brevets ont été déposées aux États-Unis, en Europe et au Japon en 2002, contre 600 000 en 1992.

Les droits de brevets ont été renforcés et élargis au cours des deux dernières décennies. Bien qu'il subsiste des différences entre les pays et les régions, ces droits protègent désormais les inventions relatives aux logiciels, à la génétique et aux méthodes de gestion. Les procédures d'enregistrement de brevets ont en outre été assouplies et sont moins coûteuses, notamment au niveau international. La création de nouveaux organismes compétents, qui disposent en général de pouvoirs plus étendus pour faire respecter les droits, tels que l'Organisation mondiale du commerce et l'Organisation mondiale de la propriété intellectuelle, a renforcé l'exercice des droits des titulaires de brevets devant les tribunaux.

Les pays de l'OCDE encouragent l'utilisation et l'exercice des droits de brevets pour stimuler l'investissement dans l'innovation et améliorer la diffusion du savoir. Toutefois, l'extension du domaine brevetable et la multiplication des dépôts ont également suscité certaines préoccupations, notamment la crainte que les brevets n'entraînent en fait l'innovation et les performances, par exemple si les entreprises les utilisent pour faire obstacle à leurs concurrents ou empêcher les universités de mener des recherches. D'autres questions se posent également quant à la qualité des brevets délivrés, la disponibilité des inventions brevetées à des fins de recherche, ainsi qu'au développement de marchés de la technologie. Étant donné le rôle de plus en plus fondamental que les brevets jouent dans les processus d'innovation, dans le secteur privé comme dans le secteur public, la politique relative aux brevets doit faire l'objet d'un examen minutieux. ■

La dimension internationale

Bon nombre des domaines clés où la science contribue au bien-être de la société – santé, développement durable, sécurité et sûreté – revêtent une dimension internationale. Des raisons impérieuses militent donc en faveur de la mobilisation des capacités diverses des pays pour trouver des solutions. La coopération scientifique internationale stimule la réflexion et améliore l'efficacité en mettant en commun les moyens financiers, l'information et les infrastructures. La coopération avec les pays en développement peut contribuer à y créer une capacité de recherche en donnant à ces pays accès à une formation et à des connaissances de niveau mondial et à endiguer ainsi l'exode des cerveaux.

Les liens entre la science et l'innovation se sont en général tissés au niveau national, d'abord entre les organismes de recherche et les entreprises du pays. Les relations au plan international ont été essentiellement développées par les milieux scientifiques. La situation a évolué au cours des

années 1970 et 1980, lorsque la coopération internationale parrainée par les gouvernements dans le domaine du développement technologique s'est intensifiée, surtout au sein de l'Europe. Le phénomène plus récent de la mondialisation de la stratégie de R-D des entreprises conjugué à l'accroissement de la mobilité d'une main-d'œuvre hautement qualifiée peu nombreuse, induit des transformations beaucoup plus fondamentales.

La collaboration internationale entre scientifiques a toujours donné lieu à une mise en commun de données de recherche, mais celle-ci se limitait en général à des réseaux de scientifiques bien établis, des sujets de recherche bien définis et certains milieux scientifiques. Sans faire partie de ces réseaux ou de ces milieux, il était difficile de connaître l'existence de certaines données ou d'y avoir accès. La situation a changé du tout au tout grâce aux technologies des communications, qui permettent de recueillir et de traiter un plus grand volume de données, de les rendre facilement accessibles et de les diffuser sur l'Internet.

La question se pose alors de savoir – et c'est là l'objet d'un vaste débat au sein de la communauté internationale – si les données issues de la recherche financée sur fonds publics devraient être librement accessibles. De nombreuses parties prenantes estiment que cela favoriserait le progrès scientifique, permettrait aux chercheurs d'améliorer la qualité de leurs résultats ainsi que celle de la formation des chercheurs, et induirait des avantages aux plans économique et social. On doit cependant noter que la législation nationale concernant la protection de la vie privée, le secret des affaires, les droits de propriété intellectuelle et la sécurité nationale limite souvent le libre accès aux données de la recherche.

Il pourrait être utile d'élaborer des lignes directrices et des principes convenus au plan international pour définir des modalités efficaces d'accès aux données et de leur mise en commun, couvrant des questions telles que les normes de stockage et de traitement de données, le contrôle de qualité, la confidentialité et la protection des droits de propriété intellectuelle. Ayant acquis une certaine expérience dans l'élaboration de lignes directrices de ce type, l'OCDE offrirait un cadre approprié pour mener une réflexion sur les lignes directrices et les principes qui pourraient régir l'accessibilité des données sous forme numérique issues de la recherche financée sur fonds publics.

La participation des entreprises étrangères à des programmes de R-D financés sur fonds publics est parfois limitée d'abord pour des raisons de sécurité nationale, mais également pour des motifs liés à la compétitivité technologique et économique. Cependant, dans plusieurs pays, les entreprises étrangères ont davantage recours à la recherche publique que les entreprises nationales, et les mesures mises en œuvre par les autorités d'un pays se révèlent plus efficaces lorsque les bénéficiaires de l'aide publique font partie de réseaux internationaux dynamiques. En outre, des engagements et la mise en commun des ressources publiques et privées au plan international sont souvent nécessaires à l'égard de questions d'intérêt commun ou d'ampleur mondiale, telles que l'environnement ou les maladies infectieuses.

Une discipline qui a toujours bénéficié de la coopération internationale est la physique des hautes énergies, ou physique des particules, dans laquelle la recherche a réalisé des percées qui ont trouvé leur application dans diverses industries, qu'il s'agisse des semi-conducteurs, du traitement du cancer ou encore de la stérilisation des aliments. Toutefois, la plupart des grands accélérateurs de particules nécessaires à la réalisation de recherches dans ce domaine ont été conçus, financés et construits sur une base nationale où, dans le cas notable du Laboratoire européen de physique des particules (CERN), dans le cadre d'une collaboration régionale.

La physique des hautes énergies entre actuellement dans une nouvelle phase, où les ressources financières et intellectuelles nécessaires à la réalisation des accélérateurs les plus perfectionnés dépasseront les moyens disponibles, même à l'échelle régionale. Dans ce domaine, le développement d'un collisionneur linéaire d'électrons-positons (LC) de nouvelle génération figure parmi les principales priorités de coopération internationale identifiées par des scientifiques et des responsables de politique de la science réunis sous l'égide du Forum Mondial de la Science de l'OCDE. Il s'agit d'un projet ambitieux, d'une extrême complexité, dont la réussite déboucherait sur des progrès déterminants dans la connaissance de la physique. En Europe, en Asie et en Amérique du Nord, les milieux scientifiques ont demandé aux gouvernements de collaborer à l'échelle mondiale à la mise en place de ce nouveau collisionneur.

L'un des autres grands défis auxquels sera confrontée la communauté scientifique internationale au XXI^e siècle est la compréhension du cerveau humain. Les progrès dans ce domaine permettront d'améliorer la prévention et le traitement des troubles du système nerveux et, partant, la qualité de vie de millions de personnes. Les neuroscientifiques ont déjà élaboré des méthodes perfectionnées pour étudier le cerveau de façon extrêmement détaillée, mais ils sont maintenant confrontés à la tâche de gérer l'énorme masses d'informations brutes dont ils disposent sur ce volume d'environ 1,5 litre qui contient 100 milliards de cellules, 5.1 millions de kilomètres de fibres nerveuses et un million de milliards de connexions neurales.

Le volume considérable d'informations disponibles ainsi que la complexité du sujet d'étude ont mené à la création d'un nouveau domaine scientifique, la neuroinformatique, qui a pour objet le traitement, le stockage et l'utilisation de ces données. Travaillant dans le cadre du Forum Mondial de la Science de l'OCDE, un groupe international de neuroscientifiques et de responsables de politique scientifique a recensé les avantages que l'on peut escompter d'un resserrement de la coordination de la recherche en neuroinformatique à l'échelle mondiale, ainsi que les mesures spécifiques qui pourraient être prises à cet égard par les pays intéressés, notamment en ce qui concerne la normalisation, la mise en commun et la mise à jour des bases de données neuroinformatiques.

D'une manière plus générale la coopération internationale dans le champ des sciences de la vie demeure une haute priorité pour de nombreux pays. Une meilleure utilisation des ressources existantes complétée par et appuyée sur une mise

en commun de l'information et des matériaux biologiques issus de la recherche devrait accélérer les progrès dans la lutte contre la maladie, la conservation des ressources biologiques, et permettre de mieux mettre en valeur les systèmes biologiques qui nous entourent. En 2000, les pays de l'OCDE étaient convenus d'engager une série d'actions visant à la création d'un réseau international coordonné de centres de collecte et de conservation de ressources biologiques. Les mêmes pays sont aujourd'hui à l'œuvre pour mettre au point les normes détaillées nécessaires à la création effective de ce réseau.

En outre, le fait de disposer d'une infrastructure scientifique effective à l'échelle internationale est un facteur essentiel pour assurer que la recherche dans le domaine des sciences de la vie et la biotechnologie contribuent pleinement à la croissance économique et au développement durable de la planète. Par exemple, on dispose aujourd'hui de nouvelles générations d'enzymes qui pourraient faciliter l'usage fournir une biomasse renouvelable pour alimenter les processus industriels. Cependant, le rythme d'adoption de ces technologies, comme d'autres, ainsi que l'impact qu'elles pourraient avoir ensuite sur le développement durable, seront fonction des choix des pouvoirs publics, des industries et de la société. Des efforts seront nécessaires au plan international pour définir une vision claire de la voie qui nous mènera vers la bioéconomie et les avantages que l'on en attend sur le plan de la durabilité. ■

Comment attirer davantage de scientifiques et d'ingénieurs ?

Un effectif de scientifiques et d'ingénieurs qualifiés est essentiel au progrès de la science, à l'innovation et à la croissance de la productivité, mais on constate avec inquiétude que les jeunes se désintéressent de la science dans de nombreux pays de l'OCDE. En effet, le nombre de diplômés des disciplines scientifiques et techniques est en baisse, alors même que la demande de progrès scientifique et d'innovation technologique est en hausse. Ainsi, pour que l'UE atteigne l'objectif qu'elle s'est fixé, qui consiste à porter ses dépenses de R-D à 3 pour cent du PIB d'ici à 2010, on estime qu'elle aura besoin de 700 000 nouveaux chercheurs. Mais d'où viendront-ils ?

De nombreuses raisons peuvent expliquer la perte d'attractivité de la science, notamment des programmes d'enseignement scolaire et universitaire peu intéressants ou inadaptés, la pénurie de professeurs de valeur, le statut des scientifiques et des ingénieurs dans la société ainsi que les préoccupations que les effets du progrès scientifique et technologique suscitent dans la population.

De nombreux pays de l'OCDE ont lancé des initiatives destinées à rehausser l'intérêt général pour la science, par exemple en organisant des expositions scientifiques et en rénovant les musées à vocation scientifique. Les autorités travaillent également en collaboration avec les établissements de recherche, les entreprises, les ONG et les scientifiques pour répondre aux préoccupations de la société quant aux risques liés au progrès technologique en stimulant le débat public sur

les sujets scientifiques tels que l'énergie nucléaire, les aliments génétiquement modifiés ou l'éthique médicale.

Ces activités ne permettront pas, à elles seules, de répondre à la demande en augmentation rapide de scientifiques et de chercheurs dans les entreprises et les universités. Ces dernières années, l'emploi de diplômés des disciplines scientifiques et technologiques a augmenté plus que dans toutes les autres catégories d'emploi des secteurs manufacturier et tertiaire. Les personnes possédant ces compétences représentent de 20 à 35 pour cent de la population active dans plusieurs pays de l'OCDE et entre 1991 et 2000, le nombre de chercheurs dans la zone OCDE est passé de 2.4 à 3.4 millions.

L'offre de nouveau personnel scientifique et technologique dépend dans une large mesure de l'accès des nouvelles générations à l'enseignement supérieur. Dans les pays de l'OCDE, le nombre d'étudiants inscrits à des programmes d'enseignement supérieur est plus élevé que jamais, et plus du cinquième des diplômés sont concentrés dans les domaines scientifiques et technologiques, même si la proportion varie largement selon les pays. Dans l'UE et au Japon, près du quart des diplômés universitaires ont été décernés dans des domaines scientifiques et technologiques, contre seulement un sixième aux États-Unis.

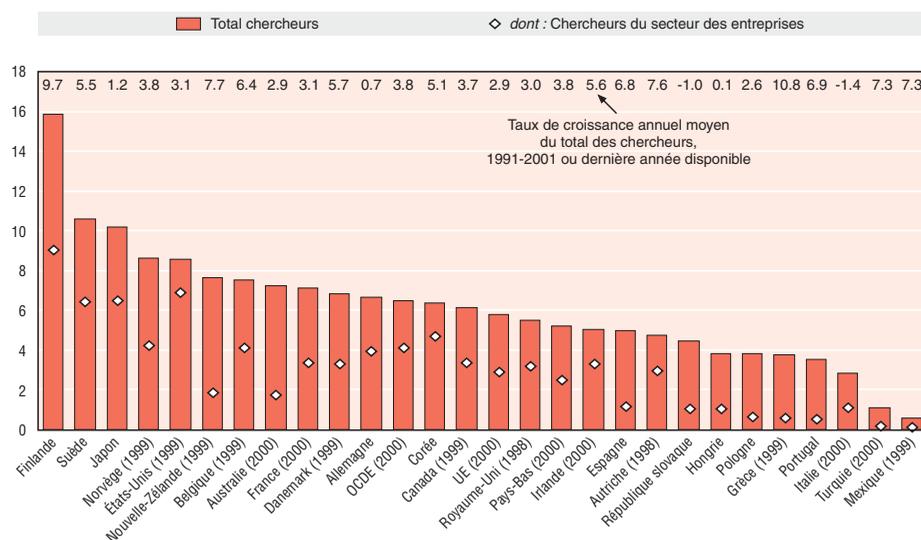
L'augmentation de l'offre de diplômés en sciences et en génie industriel et technologique pourrait passer par l'accroissement du nombre de femmes dans ces domaines. En effet, même si celles-ci sont plus nombreuses que les hommes parmi les titulaires de diplômes universitaires, elles demeurent sous-représentées dans les domaines scientifiques et technologiques, surtout au niveau du doctorat. Des études récentes suggèrent que les efforts visant à encourager davantage d'étudiants, et en particulier les jeunes filles, à choisir des filières

scientifiques, doivent également concerner les premières années de la scolarité.

À l'évidence, la qualité de l'enseignement des sciences et des mathématiques explique dans une large mesure l'intérêt qu'inspirent ces matières aux étudiants ainsi que leurs résultats. Les pays de l'OCDE ont pris à cet égard un certain nombre de mesures, notamment en mettant sur pied des programmes d'enseignement spécialisé, souvent en partenariat avec l'industrie, ainsi qu'en favorisant le recrutement de titulaires de diplômes de doctorat dans l'enseignement secondaire. Au niveau universitaire, de nombreux pays de l'OCDE ont réexaminé les programmes de pré-licence et procédé à une refonte des programmes de doctorat, par exemple en vue de répondre à la demande croissante de chercheurs pluridisciplinaires. Cependant, la suppression du cloisonnement traditionnel des disciplines n'est pas aisée et les établissements d'enseignement supérieur sont souvent dans l'obligation de trouver de nouvelles ressources financières, notamment auprès de l'industrie, pour mettre en place des programmes multidisciplinaires, par exemple en neuroinformatique.

Une question qui se pose également est celle de savoir comment adapter l'offre de diplômés des disciplines scientifiques et technologiques à la demande des compétences correspondantes sur le marché du travail. On constate en effet à la fois des pénuries de personnel dans certains domaines et des excédents ou des inadéquations de certaines compétences. L'offre est excédentaire pour de nombreuses catégories de diplômés, dont beaucoup n'ont pas encore acquis les compétences non techniques (notamment en matière de communication et de gestion ou de relations interpersonnelles) ou l'expérience professionnelle qui leur faciliteraient la recherche d'un emploi dans l'entreprise, principale

Graphique 3. Nombre de chercheurs par millier d'actifs, 2001



Source : OCDE, Base de données des principaux indicateurs de la science et de la technologie, mai 2003.

destination des nouveaux diplômés. Quelque 80 pour cent des diplômés des disciplines scientifiques et technologiques aux États-Unis cherchent un emploi dans l'industrie, tandis que la proportion est plus proche de 50 pour cent dans de nombreux pays européens de l'OCDE.

Il est difficile de prédire la demande future de personnel qualifié en science et technologie à court terme, en particulier pour certaines catégories telles que les ingénieurs chimistes ou les travailleurs des TI. En revanche, pour ce qui est de la demande à long terme de diplômés de l'enseignement supérieur et de travailleurs scientifiques et technologiques, elle devrait continuer d'augmenter dans la plupart des pays de l'OCDE, surtout en raison du départ à la retraite d'une forte proportion de chercheurs et enseignants au cours des prochaines années. Selon la *National Science Foundation* des États-Unis, l'emploi dans les domaines scientifiques et technologiques augmentera trois fois plus vite que l'emploi global entre 2000 et 2010. ■

Émigration ou immigration des cerveaux ?

L'une des façons de répondre à la demande de personnel scientifique et technologique est d'élargir le champ de recrutement au-delà des frontières nationales. Les pays de l'OCDE qui craignent de perdre leur avantage concurrentiel encouragent les étudiants étrangers à s'intégrer à leur système d'enseignement supérieur et de recherche et facilitent l'immigration de professionnels qualifiés des domaines scientifiques et technologiques. La mobilité internationale des étudiants et des travailleurs hautement qualifiés s'est développée au cours des dix dernières années. Les principaux flux s'observent entre l'Asie – Chine et Inde surtout – et les pays de l'OCDE, ainsi qu'à l'intérieur de l'UE. Le quart des titulaires de doctorats scientifiques et technologiques aux États-Unis sont d'origine étrangère.

Cependant, compte tenu du ralentissement actuel de l'activité économique dans les pays de l'OCDE et des préoccupations accrues que suscitent les questions de sécurité depuis le 11 septembre 2001, il y a lieu de croire que si les compétences étrangères permettent de pallier une offre insuffisante dans les pays de l'OCDE, cette option ne saurait se substituer de façon permanente aux investissements nationaux dans la formation de personnel scientifique et technologique. De plus, les pays d'origine de cette main-d'œuvre étrangère, surtout ceux d'Asie, créent eux-mêmes des possibilités de formation et d'emploi dans les domaines scientifiques et technologiques.

S'il existe un risque d'exode des cerveaux pour les pays d'origine, ces mêmes pays peuvent en revanche bénéficier de ces migrations lorsque leurs ressortissants reviennent enrichis de nouvelles compétences, créent de nouvelles entreprises et établissent des liens avec les réseaux mondiaux de recherche et d'innovation.

Pour favoriser la mobilité à la fois à l'intérieur du pays et au-delà des frontières nationales, les gouvernements doivent lever les obstacles réglementaires et créer les incitations voulues. Un problème qui se pose souvent à cet égard est celui de la mobilité entre les secteurs public et privé. De nombreux

pays de l'OCDE encouragent les scientifiques à plus de mobilité entre les établissements de recherche publics et les entreprises. La concurrence pour l'obtention de crédits de recherche peut aussi indirectement stimuler la mobilité des chercheurs, ceux-ci ayant tendance à suivre les financements. Les politiques de gestion des ressources humaines dans les entreprises et dans les établissements de recherche publics qui récompensent la mobilité dans le cadre d'un projet de carrière sont également importantes.

Il ne sert à rien d'encourager les chercheurs à être mobiles si leurs compétences ne sont pas reconnues dans un autre pays où il y a pénurie des compétences qu'ils possèdent. L'UE travaille sur cette question en encourageant les États membres à harmoniser leurs diplômes d'enseignement supérieur dans le cadre du processus de Bologne. Les programmes de mobilité destinés aux jeunes chercheurs contribueront à mettre ceux-ci en contact avec différents environnements, mais la mobilité pour les scientifiques et les universitaires en milieu de carrière est une question plus délicate.

Jumelées à des politiques plus générales d'emploi et d'éducation, les politiques scientifiques et technologiques peuvent contribuer à résoudre des problèmes tels que la pénurie de professeurs ou de chercheurs dans les domaines scientifiques ainsi que les obstacles à la mobilité. Toutefois, il faut mettre en place les conditions nécessaires pour stimuler l'investissement des entreprises dans l'innovation et offrir des incitations aux étudiants pour qu'ils choisissent des formations et des carrières dans les domaines scientifiques et technologiques. Ce cadre propice doit prendre appui sur des marchés de capital-risque efficaces, une réglementation qui facilite l'entrée et la sortie des entreprises et, de façon plus générale, un climat économique qui récompense la prise de risque. Au niveau de l'entreprise, il faut des politiques de gestion qui offrent aux chercheurs des salaires concurrentiels et des possibilités de poursuivre une carrière jusqu'à des échelons élevés, et qui récompensent la mobilité.

L'un des problèmes qui se posent dans l'élaboration des politiques d'éducation et de formation des chercheurs est le manque de données nécessaires pour déterminer quelle sera vraisemblablement la demande future de personnel scientifique et technologique. Davantage doit être fait exploiter les sources de données existantes, telles que les recensements, les enquêtes sur la population active, les registres démographiques et les données relatives aux professions dans l'industrie. Une meilleure couverture statistique de la situation des récents diplômés des disciplines scientifiques et technologiques est nécessaire pour mesurer les tendances et disposer de l'information nécessaire à la formulation de politiques ou mesures portant sur la question des carrières professionnelles de ces diplômés. ■

Pour plus d'informations

Pour plus d'informations sur les travaux de l'OCDE relatifs à la science et à l'innovation, prière de contacter Daniel Malkin, e-mail : daniel.malking@oecd.org, tél. : 0033 01 45 24 93 43. ■

Références

www.oecd.org/sti/stpolicy

- **Tableau de bord de l'OCDE de la science, de la technologie et de l'industrie, 2003.**
ISBN : 92-64-10365-1, 200p. €49
- **Gouvernance de la recherche publique : vers de meilleures pratiques, 2003.**
ISBN : 92-64-10375-9, 184p. €40
- **Science, technologie et l'industrie : Perspectives de l'OCDE, 2002.**
ISBN : 92-64-29844-4, 372p, €73
- **Des débouchés commerciaux pour la science : la gestion de la propriété intellectuelle par les organismes publics de recherche, 2003.**
ISBN : 92-64-10023-7 (Disponible en anglais ; version française à paraître en 2004).
- **Benchmarking Industry-Science Relationships, 2002 (disponible en anglais uniquement).**
ISBN : 92-64-19741-9, 200p. €35
- **Les moteurs de la croissance : technologies de l'information, innovation et entrepreneuriat, édition spéciale des Perspectives de l'OCDE de la science, de la technologie et de l'industrie, 2001.**
ISBN : 92-6429538-0, 142p. €30
- **Rapport du Groupe de travail sur la Neuroinformatique, 2002.**
Document gratuit, disponible (en anglais uniquement) sur le site : www.oecd.org/sti/gsf.
- **Introductory Paper on High-Energy Physics, 2002.**
Document gratuit, disponible (en anglais uniquement) sur le site : www.oecd.org/sti/gsf.
- **Biotechnology and Sustainability : The Fight Against Infectious Disease, 2003.**
Document gratuit, disponible (en anglais uniquement) sur le site : www.oecd.org/sti/biotechnology.

**Vous pouvez acheter en toute sécurité les publications
de l'OCDE par l'intermédiaire de la librairie en ligne de l'OCDE**
www.oecd.org/bookshop

Les Synthèses de l'OCDE sont préparées par la Division des relations publiques,
Direction des relations publiques et de la Communication.

Elles sont publiées sous la responsabilité du Secrétaire général de l'OCDE.

Où nous contacter ?

ALLEMAGNE

Centre de l'OCDE
de BERLIN
Albrechtstrasse 9/10
D-10117 BERLIN
Tél. : (49-30) 2888353
Fax : (49-30) 28883545
E-mail :
berlin.contact@oecd.org
Internet :
www.oecd.org/deutschland

ÉTATS-UNIS

Centre de l'OCDE
de WASHINGTON
2001 L Street N.W.,
Suite 650
WASHINGTON D.C. 20036-4922
Tél. : (1-202) 785 6323
Fax : (1-202) 785 0350
E-mail :
washington.contact@oecd.org
Internet : www.oecdwash.org
Toll free : (1-800) 456 6323

FRANCE

Siège de l'OCDE de PARIS
2, rue André-Pascal
75775 PARIS Cedex 16
Tél. : (33) 01 45 24 81 81
Fax : (33) 01 45 24 19 50
E-mail : sales@oecd.org
Internet : www.oecd.org

JAPON

Centre de l'OCDE de TOKYO
Nippon Press Center Bldg
2-2-1 Uchisaiwaicho,
Chiyoda-ku
TOKYO 100-0011
Tél. : (81-3) 5532 0021
Fax : (81-3) 5532 0036/0035
E-mail : center@oecdtokyo.org
Internet : www.oecdtokyo.org

MEXIQUE

Centre de l'OCDE
du MEXIQUE
Av. Presidente Mazaryk 526,
Colonia: Polanco,
C.P., 11560
MEXICO D.F.
Tél. : (00.52.55) 5281 3810
Fax : (00.52.55) 5280 0480
E-mail :
mexico.contact@oecd.org
Internet : www.rtn.net.mx/ocde/

Les Synthèses de l'OCDE sont disponibles sur le site Internet de l'OCDE

www.oecd.org/publications/Pol_brief/index-fr.htm