

# La mondialisation et les communautés scientifiques dans les pays en développement

V.V. KRISHNA, ROLAND WAAST ET JACQUES GAILLARD

Dans de nombreuses parties du monde en développement, on observe des signes des premiers succès de la science. C'est au cours de la période qui a suivi la Deuxième Guerre mondiale que la science et la technologie (S&T) modernes ont fait une percée rapide dans les pays en développement. Les États qui avaient accédé depuis peu à l'indépendance voyaient dans la science un symbole de rationalité, de pouvoir, de souveraineté, de progrès et de croissance économique. Avec un soutien international (dont une impulsion récurrente de la part de l'UNESCO), les gouvernements des pays en développement se sont mis résolument en devoir de créer des systèmes scientifiques nationaux. Dans ces pays, le secteur privé devait connaître un départ beaucoup plus lent puisqu'il n'a commencé à jouer un rôle actif dans la promotion des institutions de S&T que vers la fin des années 1980 (Papon, 1997).

Le financement de la recherche-développement (R&D) dans les pays en développement a été multiplié par sept entre 1970 et 1985, et le nombre des personnes travaillant dans la recherche par dix (Gaillard et Waast, 1993). La productivité scientifique mesurée par le nombre des articles publiés a conféré même à de petits pays en développement une visibilité dans les bases internationales de données. Bien qu'ils occupent une place modeste dans les publications scientifiques mondiales, les pays en développement ont enregistré une progression de 5 % au cours des dix années précédant 1994, date à laquelle leur contribution a représenté 6,5 % du total mondial (OST, 1997). Dans certains domaines, leur importance est plus grande que ne le donnerait à penser l'ensemble des données. C'est ainsi que l'étude faite en 1988 par Chatelin et Arvanitis a montré que la contribution scientifique des pays en développement à l'agronomie était de 10 % et qu'elle atteignait même 50 % pour l'agriculture tropicale. Toutefois, le tableau d'ensemble masque des variations régionales et nationales. Par exemple, dans plusieurs pays d'Afrique, le nombre des auteurs figurant dans diverses bases de données bibliographiques a baissé de 15 à 35 % depuis cinq à sept ans (Eisemon et Davis, 1997).

Fait encore plus révélateur, malgré un certain nombre d'aspects institutionnels qui laissent à désirer, des communautés scientifiques nationales ont été constituées, ou sont en passe d'être institutionnalisées, dans plusieurs

pays en développement. Comme le montrent les études détaillées de Krishna (1997a ; 1997b) et de Botelho et Schwartzman (1997), ce processus se poursuit. Les universités et les laboratoires de recherche, les académies des sciences, les revues et les sociétés savantes qui en étaient à leurs débuts dans les années 1950 sont aujourd'hui bien établis partout à l'exception de quelques petits pays situés surtout en Afrique. On ne saurait certes parler d'une véritable élite scientifique dans les petits pays en développement, mais des personnalités et des dirigeants intellectuels de stature internationale ont fait leur apparition, de même que les mécanismes institutionnels nécessaires pour perpétuer leur action. Pour ce qui est des domaines de prédilection de la recherche, dans les pays les plus pauvres en particulier, on observe un penchant marqué pour la médecine, l'agronomie ou les sciences de la vie. Les sciences fondamentales et les sciences de l'ingénieur ne représentent que 8 % de la R&D en Afrique par exemple, contre 20 % pour les pays en développement pris dans leur ensemble et 40 % pour les pays industrialisés (OST, 1997).

À mesure que se déroule l'histoire sociale de la S&T, on peut voir le monde en développement passer rapidement par ce qu'on appelle la phase de mondialisation. Les « triomphes » du libéralisme économique depuis la fin de la guerre froide ont eu une influence directe sur les structures sociales et cognitives de la science qui ont en gros caractérisé et soutenu la « science nationale » dans les pays en développement (voir encadré). Dans la phase présente de libéralisme et de mondialisation, la souveraineté et l'autonomie économiques des États indépendants semblent actuellement s'affaiblir et leur marge de manœuvre se réduire dans les instances internationales où se prennent maintenant des décisions importantes qui étaient prises auparavant au niveau national. Les systèmes scientifiques nationaux paraissent en proie à une triple crise où aux aspects financiers et institutionnels s'ajoute un manque de confiance en soi (WAAST, 1996). Le présent chapitre se propose d'étudier l'influence que la mondialisation commence à exercer.

La mondialisation a cessé d'être un slogan ou un terme utilisé dans un sens purement métaphorique. L'usage très fréquent qui en est fait dans les documents nationaux et internationaux de politique générale, ainsi que chez les universitaires et les décideurs, suffit à donner une idée de



sa réalité et de son importance. La mondialisation présente plusieurs aspects :

- L'impact révolutionnaire des technologies de l'information qui relie les individus à travers les institutions, les frontières nationales et les continents dans l'échange d'information et de savoir ;
- l'ouverture d'économies nationales au monde extérieur avec les liens financiers et commerciaux internationaux que cela comporte ;
- la transformation que connaît la production transnationale du savoir qui donne lieu à une nouvelle division internationale du travail, axée sur des réseaux de pays à pays.

Dans le domaine des processus de production, qui englobe le cycle des produits et la manière dont les courants financiers internationaux sont orientés, la mondialisation introduit un type nouveau de défi. Dans la guerre de la compétitivité, l'« arme nouvelle » sera très vraisemblablement la capacité d'innovation des pays. Ici, nous nous attachons essentiellement à explorer les caractéristiques sociales et économiques de la mondialisation et la manière dont ces caractéristiques influent sur la structure des communautés scientifiques<sup>1</sup> dans les pays en développement. Le présent chapitre étudie également le système éducatif puisque celui-ci est la pierre angulaire de toute communauté scientifique nationale ainsi qu'une source importante de compétences pour l'économie en général. Étant donné que les pays en développement des années 1990 ont cessé de « naviguer sur le même bateau » comme ils le faisaient au cours des années 1970, une grande partie de ce qui va suivre concerne davantage les pays à revenu moyen et faible d'Asie, d'Afrique et d'Amérique latine que les « dragons » d'Asie orientale, encore que ces derniers soient mentionnés le cas échéant à titre d'exemples.

## LES CARACTÉRISTIQUES DE LA MONDIALISATION

### La nouvelle réforme économique

Le modèle d'industrialisation destiné à suppléer aux importations, qui avait régi les économies des pays en développement pendant près d'une quarantaine d'années, a cédé la place depuis le milieu des années 1980 à ce qu'il est maintenant convenu d'appeler les nouvelles réformes économiques. Selon des modalités variées, tous les pays

en développement ont fini par s'aligner sur les programmes d'ajustement structurel et les mesures de stabilisation. Ces politiques nouvelles marquent l'ouverture des économies nationales par l'abaissement des barrières commerciales, le passage de la substitution des importations à la promotion des exportations, l'expansion du secteur privé, entreprises multinationales comprises, l'importance donnée aux industries manufacturières et aux industries productrices de biens de consommation, les politiques libérales visant à attirer des investissements étrangers directs, etc. Le principal effet que ces nouvelles réformes économiques ont eu sur les systèmes nationaux d'innovation – et en particulier sur les communautés scientifiques travaillant dans des institutions de R&D – a été l'élimination des mesures protectionnistes qui faisaient obstacle à l'importation de technologies pour toute une série de produits manufacturés. L'orientation des exportations, le régime de la propriété intellectuelle et l'Accord général sur les tarifs douaniers et le commerce (GATT) ont insufflé, directement ou indirectement, une orientation de marché à la recherche scientifique.

### Les multinationales et l'investissement étranger direct

L'expansion des multinationales et le flux croissant des investissements étrangers directs du Nord vers le Sud au cours des dix dernières années sont les aspects de la mondialisation qui ont eu le plus d'effet sur l'institution scientifique et sa pertinence structurelle dans le monde. L'afflux moyen d'investissements étrangers directs dans les pays en développement, qui était de l'ordre de 11 milliards de dollars des États-Unis en 1980–1986, a quadruplé pour atteindre 43 milliards de dollars en 1992 et un montant estimatif d'au moins 50 milliards de dollars en 1997. Toutefois, il ne s'agit pas là seulement de flux financiers ; il convient également de prendre en considération la tendance des multinationales à délocaliser la R&D du Nord vers le Sud.

Les flux d'investissements étrangers directs ne se limitent pas aux secteurs des nouvelles technologies, comme les télécommunications, l'électronique et les biotechnologies, mais concernent également le secteur manufacturier

1. Le concept de communautés scientifiques est utilisé dans un sens relativement large (Vessuri, 1984 ; Schott, 1991, 1993 ; Gaillard *et al.*, 1997) et englobe ainsi l'éthique et les normes de l'institution sociale de la science, ainsi que son influence sur les économies nationales.

## *Les modes de développement scientifique : colonial, national et privé*

La notion de mode de développement scientifique amène à analyser certains rapports entre la science et son environnement, et en particulier les perceptions différentes de ce qu'on apprend (quelle connaissance a-t-elle de la valeur ? de quelle science la société a-t-elle besoin et pourquoi ?), les rapports avec la politique et les liens entre la science et d'autres activités sociales qui assignent une place à la science. Un certain mode de développement scientifique peut favoriser ou discréditer certains domaines de recherche, encourager ou étouffer certains styles de science, promouvoir ou gêner la professionnalisation et imposer des conceptions du monde qui facilitent l'accès à certaines zones de recherche ou à certains paradigmes ou qui leur font obstacle.

### LE MODE COLONIAL

La domination et l'expansion des empires coloniaux britannique, espagnol, français et hollandais sur la majeure partie du globe entre le xvii<sup>e</sup> siècle et le milieu du xx<sup>e</sup> furent la conséquence d'une suprématie découlant elle-même de systèmes scientifiques et techniques. Le commerce, le pavillon national et l'utilisation de connaissances systématiques sur la nature et les techniques de production et de communication constituèrent une association symbiotique dans chacun des empires en train d'acquiescer des colonies en Asie, en Afrique et en Amérique latine. Dans certains cas, le pavillon suivait le commerce, dans d'autres, c'est le commerce qui suivait le pavillon, mais chaque fois, c'est l'utilisation efficace d'instruments scientifiques et techniques qui rendit possible la pénétration du colonialisme européen.

On a suffisamment d'éléments pour penser que le premier contact de ces sociétés avec la S&T moderne fut le résultat de la colonisation européenne. Toutefois, expliquer la transmission culturelle de la S&T moderne par le seul rôle des canaux politiques et commerciaux donnerait une image limitée de la situation. L'activité des mission-

naires, la curiosité individuelle de naturalistes métropolitains, puis des scientifiques explorant le nouveau monde et les efforts d'élites politiques et non politiques dans les colonies qui tirèrent parti de l'acquis des révolutions scientifiques européennes à partir du xviii<sup>e</sup> siècle jouèrent aussi un rôle important dans la transmission des sciences modernes aux cultures non européennes.

Beaucoup des activités scientifiques dans les colonies d'Afrique, d'Asie et d'Amérique latine se limitaient à l'exploration, aux relevés géographiques, à la collecte de données et à l'application de techniques pour aider et promouvoir les politiques économiques coloniales. Le recours à l'usage de la S&T moderne dans les colonies avait pour motivation principale le profit et, dans certains cas, l'expansion coloniale. Il existe de nombreux exemples d'individus qui ont exploré la flore et la faune des colonies, mais cette curiosité a rarement eu un caractère exclusif et elle était même souvent impensable si l'on considère le coût et les dangers des expéditions en question. Implicitement ou explicitement, il existait entre le centre et la périphérie une division voulue par les puissances coloniales.

### LE MODE NATIONAL

Comme le montre l'expérience acquise après la Deuxième Guerre mondiale, l'intervention et la médiation de l'État ont joué un rôle important dans le mode national de développement scientifique puisque le financement de la S&T dépendait en très grande partie des deniers publics. Dans beaucoup de pays d'Asie et d'Amérique latine, les programmes de science « lourde » et de défense ont bénéficié d'une priorité absolue par rapport à la recherche scientifique civile. En Afrique, les sciences agronomiques eurent la place principale. Sous les auspices de leurs gouvernements, les pays du Sud se sont efforcés de créer une infrastructure et des institutions de S&T et de favoriser notamment la constitution de com-

munautés scientifiques nationales. Dans le mode national de développement scientifique, la notion de science nationale implique la conceptualisation de la recherche scientifique dans l'intérêt du cadre socioéconomique du pays. Des efforts sont faits pour « indigéniser » les institutions scientifiques, et la recherche est effectuée principalement par les citoyens du cru appréciant le service de leurs compatriotes. Contrairement à ce qui se passait avec la science coloniale, le programme des recherches aux niveaux macroéconomique et mésoéconomique n'est pas dicté par le centre lointain d'administrations métropolitaines impériales, mais évolue avec le processus de prise de décisions du pays. Comme le montre le cas de l'Inde, une science nationale peut jeter des racines même dans le contexte colonial, mais la notion de mode national de développement scientifique envisagée ici ne revêt sa pleine signification que dans le cadre de l'État nation. Les activités scientifiques servent soit à concrétiser l'idée d'un accès équitable à toute la gamme des activités et des réalisations scientifiques, soit à faciliter les activités d'édification nationale. La science n'est cependant que l'un des secteurs socio-économiques parmi d'autres qui concourent à ce processus.

#### VERS UN MODE PRIVATISÉ

Le Sud fait aujourd'hui l'expérience d'un nouveau mode privatisé et internationalisé, ou mondialisé, de développement scientifique qui est en quête d'une définition. Dans ce contexte, certaines mesures économiques sont actuellement mises en œuvre dans les pays du Sud. Le Nord comme le Sud font actuellement face à la mondialisation et à la privatisation, mais en ce qui concerne le secteur de la S&T les implications sont plus importantes pour le Sud. La hiérarchie actuelle des disciplines, les sources de prestige et de réputation scientifiques, l'aspiration à l'autonomie de la recherche et les valeurs professionnelles les plus élevées sont toutes remises en cause dans le mode de développement scientifique qui fait son apparition depuis peu.

*Gaillard et al., 1997*

et celui des biens de consommation. Les pays qui ont atteint des niveaux relativement élevés en matière de R&D et de structures éducatives (par exemple, le Brésil, la Chine, l'Inde, le Mexique ou la République de Corée) bénéficient naturellement d'une préférence, tant en ce qui concerne les flux d'investissements étrangers directs que les décisions des multinationales, par rapport aux pays qui en sont encore à se débattre pour créer des communautés scientifiques et des systèmes de recherche à l'échelon local et national. Par conséquent, si des partenariats de ce genre sont de nature à présenter des avantages, ceux-ci ne bénéficieront selon toute probabilité qu'à certains pays (Schwartzman, 1996). Cela étant, les avantages ne sont pas sans comporter un coût socioéconomique. Les centres de R&D et les partenariats technologiques nouveaux sont souvent axés sur la production et les marchés locaux et non sur l'élaboration de technologies pour les marchés mondiaux. Comme Kumar (1996, p. 685) le fait observer, la R&D faite à l'étranger, et en particulier dans les pays en développement, sera très probablement une R&D d'adaptation. Les réseaux de R&D créés dans les pays en développement par des multinationales connaissent aussi une expansion destinée à tirer parti des avantages relatifs des processus de production. Si les centres de R&D à l'étranger se fixent comme objectifs les marchés locaux, cela a pour effet non seulement d'aggraver les difficultés des institutions scientifiques locales en les privant peu à peu du rôle qui devrait leur revenir de droit, mais encore d'attirer les meilleures compétences scientifiques et techniques, ce qui aboutit à une sorte d'« exode des compétences intérieur ».

#### Les systèmes de production post-fordistes

Depuis plusieurs dizaines d'années, l'industrialisation occupe une place de choix dans le programme économique de presque tous les pays en développement. Selon une étude récente de Riddell (1996), l'une des manifestations de la mondialisation a été la transformation rapide de la production et de la technologie dans les pays en développement, et notamment l'abandon des systèmes de production fordistes en faveur de systèmes post-fordistes.

Dans le processus de production fordiste, la notion de flexibilité ne peut trouver sa place en raison de la fragmentation des tâches ; une machine-outil sert pour un produit donné ou une petite gamme de produits, et la pro-

duction de masse entraîne une économie d'échelle. La possibilité de réagir aux changements de la demande est elle-même sévèrement limitée dans le mode de production fordiste qui avait dominé l'industrie manufacturière dans le monde en développement après la fin de la guerre. Le processus de production post-fordiste, quant à lui, a catalysé la décentralisation du processus de production, insistant sur les éléments de flexibilité et de durabilité (Barns, 1991 ; Jain, 1992). Les systèmes de production post-fordistes n'exigent pas seulement des compétences faisant largement appel à l'instrumentation, à l'électronique et aux technologies de l'information, mais aussi – si l'on veut que les systèmes soient utilisés efficacement – un mécanisme institutionnel dynamique qui revalorise périodiquement les compétences. Il y a eu en effet un changement radical en matière de compétences nouvelles. Comme Riddell (1996), Hill (1996) et Dunning (1993) l'indiquent clairement, les avantages comparatifs des pays en développement ne dépendent plus des richesses naturelles et du faible coût de la main-d'œuvre, mais de l'organisation du processus de production et de la structure institutionnelle destinée à assimiler les compétences nouvelles. Cela a d'importantes répercussions non seulement pour le système éducatif tout entier, depuis le primaire jusqu'au supérieur, y compris l'enseignement professionnel, mais encore pour les communautés scientifiques parce que, sans leur apport, les systèmes post-fordistes sont difficiles à assimiler et à intégrer dans le processus de production.

#### L'État et le marché

Les nouvelles réformes économiques, et en particulier les mesures de libéralisation et de privatisation conçues et appliquées par divers gouvernements, avaient pour objet de créer des conditions macroéconomiques de nature à faciliter le jeu des forces du marché. Cela s'est traduit, directement ou indirectement, par une réduction du soutien financier que l'État accordait à plusieurs secteurs vitaux, en particulier l'éducation et la S&T, réduction qui a un impact direct sur le bon fonctionnement des communautés scientifiques. Étant donné que, dans le monde en développement, le financement de l'État représente plus de 80 % des dépenses totales consacrées à la S&T et à l'éducation, la diminution de ce financement va soule-

ver vraisemblablement plusieurs problèmes. L'impact de la privatisation se fait déjà sentir actuellement dans plusieurs pays, qu'il s'agisse de la clôture de certains services nationaux de recherche scientifique au Mexique et au Brésil, ou de politiques qui contraignent des organismes publics de recherche, comme le Centre pour la recherche scientifique et industrielle (CSIR) en Inde, à trouver des soutiens extérieurs privés atteignant 50 %, ou bien de la situation de la recherche scientifique dans presque toute l'Afrique, qui est de plus en plus tributaire d'un financement privé étranger et de l'intervention de bailleurs de fonds (Schoijet et Worthington, 1993 ; CSIR, 1996 ; Enos, 1995 ; Gaillard *et al.*, 1997). C'est ainsi qu'Enos (1995) montre que les prêts et subventions de l'étranger représentaient, au début des années 1990, 64 % des dépenses totales de S&T au Kenya, 68 % en Tanzanie et le chiffre énorme de 98 % en Ouganda. L'ouverture des économies des pays en développement aux forces du marché privé dans presque tous les domaines relevant des nouvelles technologies et des technologies de pointe (télécommunications, biotechnologie, microélectronique, technologie de l'information, etc.) a entériné le contrôle du marché dans ces domaines. L'influence des forces du marché ne se limite pas cependant à la sphère industrielle, elle se fait aussi largement sentir dans les secteurs agricoles en Asie et en Afrique. La tendance à la commercialisation de l'agriculture, qui consiste à donner la priorité aux produits de base et aux cultures marchandes, se fait d'ores et déjà sentir au Bangladesh, en Inde, en Ouganda et en Tanzanie, pour ne mentionner que quelques exemples. Poussée à l'extrême, la thèse néolibérale préconise le dépérissement des économies dirigistes et un rôle résiduel pour l'État. En revanche, certains structuralistes voient l'importance de stratégies nationales pour le développement de la S&T (Riddell, 1996). Cela a donné naissance à ce qu'on peut résumer en parlant d'une victoire de la « science, bien commercial » sur la « science, bien public ». Pour la première fois depuis des décennies, les communautés scientifiques font face à une situation où la recherche est de plus en plus traitée comme un « facteur d'investissement », par opposition à la situation qui prévalait jusqu'ici où la recherche était considérée comme « facteur de consommation ». On reviendra ultérieurement sur ces questions.

## LE CHANGEMENT DE STRUCTURE DES COMMUNAUTÉS SCIENTIFIQUES

Un cadre économique entièrement nouveau a été plus loin qu'aucun de ceux qui l'avaient précédé, créant la phase actuelle de mondialisation qui est en passe de transformer radicalement l'institution sociale de la science et le système de recherche tel que nous les connaissons. Le progrès du savoir systématique, la place privilégiée accordée aux publications ouvertes, le prestige des récompenses professionnelles et la constitution de groupes d'examen collégiaux issus de l'élite scientifique d'une discipline donnée, qui étaient demeurés la caractéristique de la science universitaire et qui ont régi les communautés scientifiques depuis la guerre, subissent actuellement une transformation. Autrement dit, l'éthique traditionnelle de la science telle que la définissait le système social de la science de Merton, devient de moins en moins importante. Comme Ziman (1996, p. 752) l'expliquait récemment :

« La science universitaire vit actuellement une révolution culturelle. Elle laisse place à une science « post-universitaire », qui sera peut-être tellement différente sociologiquement et philosophiquement qu'elle produira un type différent de savoir ».

De même, les experts en politique scientifique ont appelé notre attention sur un nouveau mode de production du savoir qui est qualitativement différent de la science universitaire basée sur une discipline et de l'institution sociale de la science qui avait dominé notre réflexion dans la période ayant suivi la guerre (Elzinga, 1985 ; Rip ; 1988 ; Gibbons *et al.*, 1994). Cette transformation n'est pas sans importance pour le monde en développement (Jacob et Elzinga, 1996). Cela dit, il convient de considérer des termes comme ceux de science « post-universitaire » et « post-industrielle » avec une extrême prudence dans le cas des pays en développement qui en sont encore à redoubler d'efforts pour maîtriser des processus d'industrialisation rapide et rattraper les économies industrielles avancées. Les pays en développement constituent une mosaïque complexe qui doit faire face à une multitude de défis. Dans plusieurs petits pays en développement, le défi premier pour les communautés scientifiques est de reconstituer leur capacité de recherche.

## Le savoir producteur de richesse

Le modèle linéaire d'innovation basé sur la science pure universitaire qui régissait les politiques scientifiques et les orientations de recherche des communautés scientifiques dans le monde en développement a perdu sa prédominance. Les communautés scientifiques ont réorienté la recherche en abandonnant le « progrès du savoir » pour la « création de richesse », mutation idéologique importante. Parallèlement, on accordait moins de prix à la recherche fondamentale et davantage à l'innovation technologique et, depuis une dizaine d'années, une grande partie des idées qui trouvaient leur inspiration dans l'expérience des pays d'Asie orientale se sont répandues dans le reste du monde en développement. La nouvelle leçon en matière de S&T que les pays en développement ont apprise des succès remportés en Asie orientale, en particulier par le Japon après la guerre et par les « dragons » asiatiques dans les années 1980 et 1990, a sans nul doute été que le savoir crée la richesse. Cela ne veut pas dire que les pays en question aient cessé de faire de la recherche fondamentale ou que ce domaine ne soit pas important. Comme Ziman (1996, p. 752) nous le rappelle à juste titre, « les scientifiques continueront à théoriser et à soumettre leurs théories à l'épreuve de l'observation et de l'expérimentation. Il est improbable que le principe opératoire de base de la science subisse un changement majeur ». Cependant, des notions comme celles de valeur ajoutée, de profit et d'efficacité ont revêtu une importance accrue. Comme l'idéal d'un progrès du savoir recule lentement mais sûrement devant la valeur pragmatique de la création de richesse, on soumet les scientifiques à des pressions pour qu'ils s'abstiennent de faire figurer des éléments critiques de production du savoir dans des publications ouvertes. Le secret a cessé d'être proscrit. Des régimes internationaux comme celui des droits de propriété intellectuelle dans le cadre du GATT en ce qui concerne la biodiversité et la pénétration des multinationales dans les pays en développement concrétisent ce changement d'orientation (Safadi et Laird, 1996).

Malgré ces forces de changement, il n'est guère probable que les scientifiques renoncent complètement à leur besoin culturel de rendre publics les résultats de leurs recherches. Ils continueront certainement à publier, mais seulement après avoir soigneusement passé au crible cer-

tains éléments pouvant avoir une valeur commerciale directe. Cela signifie que des connaissances nouvelles seront tenues cachées du public pendant un certain temps qui variera selon les priorités du moment. Il est clair toutefois que les communautés scientifiques perdent peu à peu leur autonomie traditionnelle en matière de recherche en raison de la commercialisation croissante du savoir.

#### Des frontières qui s'effacent et des communautés hybrides

La poursuite de la pénétration d'intérêts commerciaux et industriels dans les milieux, universitaires et non universitaires, de la recherche n'a pas eu seulement pour résultat une perte d'autonomie, elle a provoqué aussi la désagrégation des frontières culturelles habituelles entre les différents milieux de travail. Cette évolution a permis à différentes cultures de travail, à différents styles de recherche, à différentes orientations des comportements et des objectifs de coexister non pas nécessairement dans un cadre matériel unique, mais dans un programme de recherche unique dispersé entre toute une série d'organisations en interaction les unes avec les autres. Ces programmes de recherche sont le fait d'équipes multidisciplinaires qui franchissent souvent les lignes de démarcation entre les disciplines scientifiques et vont jusqu'à englober les sciences sociales et humaines (les programmes de recherche sur l'énergie et l'environnement sont de bons exemples de cette tendance). Si les disciplines, spécialisations et secteurs de recherche scientifiques continuent à fournir un soutien intellectuel et un sentiment de participation à une communauté, l'engagement parallèle de praticiens au service des objectifs d'une recherche multidisciplinaire constitue un fait nouveau clairement visible qui donne naissance à ce qu'on pourrait appeler des communautés hybrides. En un sens, ces communautés émergentes correspondent à ce que Callon *et al.* (1991) avaient appelé les réseaux techno-économiques.

La prise en compte des intérêts, de l'obligation de résultats et de la structure de rémunération La perte de l'autonomie de la recherche n'est pas sans rapport avec le fait que les communautés scientifiques ont vu pénétrer dans leurs programmes de recherche divers intérêts extérieurs émanant de l'État, de l'industrie, des partis

politiques et de divers groupes et mouvements sociaux. La mondialisation a consacré l'influence de groupes d'intérêts industriels et commerciaux et de leurs communautés dans les systèmes de prise de décisions de la S&T au sommet même de l'État, que dominait jusqu'alors une élite de scientifiques et de technocrates. Cependant, le devant de la scène politique et sociale a été également occupé depuis une dizaine d'années par des groupes d'intérêts sociaux et des mouvements écologiques et environnementaux qui ont influé sur les programmes de recherche dans de nombreux secteurs scientifiques (Krishna, 1997). La manifestation croissante de ces intérêts est au cœur de la transformation de l'institution sociale de la science. Une conséquence importante en découlant est que les scientifiques sont désormais soumis à l'examen critique d'un certain nombre de groupes d'intérêts qui comprennent leurs homologues scientifiques et qu'ils sont tenus de leur rendre des comptes. Avec l'importance croissante des droits de propriété intellectuelle, les brevets et la conception et l'utilisation des logiciels gagnent du terrain au détriment des publications ouvertes. Ces dernières verront probablement leur nombre décliner peu à peu au cours des années à venir, devenant ainsi les victimes de la tendance à l'utilisation de consultants et de programmes de recherche fondés sur le parrainage dans un cadre universitaire aussi bien que non universitaire. Certains organismes de recherche et institutions universitaires à plein temps commencent à s'ouvrir et à remanier les structures actuelles des rémunérations pour tenir compte des changements que connaissent les intérêts sociaux et les intérêts du marché. Toutefois, les institutions qui ne procèdent pas à ce genre de réformes – comme dans beaucoup de petits pays pauvres en développement – seront confrontées à une césure croissante entre les perspectives de carrière qu'elles offrent aux meilleurs scientifiques et les perspectives qui apparaissent dans le secteur privé à l'intérieur comme à l'extérieur du territoire national.

Les politiques économiques libérales suivies au titre de la mondialisation, qui sont à l'origine de l'expansion du secteur privé dans le domaine de l'éducation comme dans celui des technologies de pointe et des technologies nouvelles, ont engendré des systèmes jumeaux de science privée et de science publique, ayant chacun sa culture de travail, ses barèmes de rémunération et ses incitations, qui

ont créé des problèmes institutionnels et des problèmes de gestion pour les institutions de recherche. Dans plusieurs pays en développement, en particulier l'Argentine, le Bangladesh, le Brésil, l'Inde, le Mexique et Sri Lanka, ainsi qu'en Afrique subsaharienne, les organismes scientifiques à financement public subissent actuellement une perte de ressources humaines scientifiques et techniques au profit d'institutions privées ou même de bailleurs de fonds. Comme le chef actuel du CSIR en Inde (avec 40 laboratoires nationaux et un personnel de S&T de plus de 10 000 personnes) l'observait récemment : « Il faut considérer l'émergence des centres de R&D créés en Inde par des multinationales dans une juste perspective. Avec des rémunérations hyperattractives, des équipements de tout premier ordre, une position d'avant-garde et des problèmes passionnants à résoudre, beaucoup des meilleurs cerveaux de la communauté de S&T seront attirés par ces centres. Il est absolument indispensable que les instituts indiens de R&D créent d'urgence un environnement intellectuellement stimulant où les jeunes esprits pourraient avoir des défis à relever et où les gagnants pourraient bénéficier de belles récompenses » (Mashelkar, 1995).

#### La gestion de la R&D et l'esprit d'entreprise

Dans beaucoup de pays en développement, l'innovation, assimilée à la R&D, donnait plus d'importance à la recherche qu'au développement sous l'influence du modèle d'innovation linéaire. Ce n'est qu'à une date récente qu'on a réexaminé le concept de R&D en faisant appel à des études détaillées sur l'économie du changement technique. L'idée selon laquelle il n'existe pas de lien direct de causalité entre le potentiel scientifique d'un pays en termes d'articles publiés et sa capacité d'innover en est venue à être appréciée à la lumière d'éléments d'information empiriques provenant tant des pays avancés que de l'Asie orientale. Qui plus est, on s'est aperçu que, pour l'ensemble de la R&D, l'élément développement situé en aval était tout aussi, sinon beaucoup plus, important que l'élément scientifique, et que le succès de la modernisation et de l'industrialisation du Japon et d'autres pays nouvellement industrialisés n'avait pas été, du moins pendant une grande partie de la période d'après-guerre (dans le cas du Japon), directement associé à un savoir nouveau engendré dans le cadre national (Salomon et

Lebeau, 1993). Le succès de l'innovation était dû avant tout au fait que les nouveaux pays industrialisés étaient en mesure de puiser dans divers stocks de connaissances provenant de différentes sources extérieures et de les assimiler pour en faire un usage approprié dans l'industrie sans perdre de vue les marchés internationaux (un bon exemple étant la façon dont le Japon a su appliquer les résultats des recherches sur le laser). C'est grâce à l'examen et à l'analyse de la R&D que le concept d'innovation a revêtu une signification nouvelle. Quand on s'est rendu compte que la R&D jouait peut-être un rôle décisif dans le succès de l'innovation, mais qu'elle n'en demeurait pas moins un élément parmi d'autres (institutionnels, organisationnels et techniques) qui n'étaient pas liés à la R&D (conception des logiciels, etc.), on a commencé à introduire des changements dans la gestion des organismes scientifiques. Associé à cette évolution, on trouve le sentiment que les succès obtenus par les pays industrialisés occidentaux et par l'Asie orientale dépendaient aussi de leur dynamisme qui leur avait permis de porter la part du secteur privé dans l'effort total de R&D jusqu'au point où elle représentait 60 à 75 % du total, ainsi que de la concentration d'une grande partie de la R&D dans le secteur industriel lui-même – ce qu'on pourrait qualifier de R&D maison.

Les universités des pays en développement font actuellement l'objet de réformes destinées principalement à faire entrer l'esprit d'entreprise dans leur culture de travail. On peut observer différentes manifestations de cette nouvelle tendance, et notamment le recours accru à des consultants industriels et privés, l'investissement consenti par des groupes industriels, les efforts visant à rendre les universités plus sensibles aux besoins et aux demandes de l'industrie et la création de firmes nouvelles aussi bien par des universitaires que par des professionnels issus de laboratoires de recherche non universitaires. Une communauté nouvelle est en train de naître dans plusieurs pays en développement, composée d'entrepreneurs professionnels qui ont créé des sociétés et des firmes spécialisées surtout dans les nouvelles technologies et les technologies de pointe (par exemple, logiciels, informatique et technologie de l'information, télécommunications, biotechnologies, horticulture et floriculture). Ce qu'il est important de noter est que, en l'espace de quelques années, on a vu se

transformer l'éthique et les valeurs universitaires traditionnelles, à l'instar du mouvement qui avait profondément marqué les États-Unis au début des années 1980 (Etzkowitz, 1983).

### La migration scientifique internationale

Si les années 1960 avaient vu le début d'une émigration alarmante de personnel hautement qualifié des pays en développement, un retour marqué des cerveaux à partir du milieu des années 1980 a laissé espérer que les sorties antérieures de talents intellectuels allaient enfin se révéler payantes (Gaillard et Gaillard, 1997). Dans le cas de l'Asie orientale, les scientifiques retournant dans leur pays (surtout en provenance des États-Unis) ont contribué à accroître la productivité scientifique mesurée par les articles publiés d'auteurs de la région, à renforcer les institutions de recherche, à faciliter la création d'industries nouvelles, en particulier dans les technologies de pointe, et par voie de conséquence, à favoriser la croissance de l'économie. En Amérique latine, le retour de chercheurs dans les années 1980 a joué un rôle décisif dans l'implantation de disciplines nouvelles, comme la biologie moléculaire en Argentine (Kreimer, 1997) ou de sciences fondamentales dont le besoin se faisait fortement sentir en Uruguay (Barreiro et Velho, 1997). La migration internationale des scientifiques a de toute évidence contribué à l'internationalisation de la science dans un certain nombre de pays d'Asie et d'Amérique latine. Grâce aux nouvelles technologies des télécommunications, beaucoup de pays en développement ont pu mobiliser le potentiel de leurs scientifiques expatriés en créant divers réseaux électroniques et institutionnels pour rétablir le contact entre leur diaspora scientifique et leurs communautés scientifiques restées au pays (Meyer *et al.*, 1997). Toutefois, le problème bien connu de l'exode des cerveaux subsiste toujours, avec des dimensions préoccupantes, dans une grande partie du monde en développement, notamment en Inde (Krishna et Khadria, 1997) et en Afrique.

### LES IMPLICATIONS POUR LES PAYS EN DÉVELOPPEMENT

La mondialisation a déjà provoqué plusieurs changements dans les systèmes nationaux d'innovation des pays en développement (Bhagavan, 1995 ; Rana, 1995 ; Enos, 1995 ;

Jacob et Elzinga, 1996). Comme on l'a montré plus haut, l'impact de la mondialisation se fait sentir sous de nombreux aspects qui redéfinissent graduellement la nature et le champ de l'institution scientifique et, partant, le rôle des communautés scientifiques. En cette période de transformation, les succès remportés par des pays d'Asie orientale ont des implications pour le reste du monde en développement : Quel est l'avenir de la recherche fondamentale ? Qu'est-ce qui justifie le maintien de communautés scientifiques nationales dans le contexte de la mondialisation ? Quelles stratégies institutionnelles les pays en développement devraient-ils suivre pour moderniser leurs structures éducatives ? Enfin, comment devraient-ils réagir au défi en cours ?

### Le renforcement des communautés scientifiques

Beaucoup de pays en développement d'Afrique, d'Asie du Sud et d'Amérique latine en sont encore à se démener pour créer des communautés scientifiques viables. Si la dernière décennie a vu une stagnation relative des budgets scientifiques en Amérique latine et en Asie du Sud, la R&D dans plusieurs pays d'Afrique, principalement au Sud du Sahara, est devenue de plus en plus tributaire de l'investissement étranger, celui-ci en étant venu à représenter de 60 à 70 % du financement total. Il faut certes obtenir ou emprunter plus d'argent pour fonder des universités et des institutions scientifiques, mais il faut aussi insuffler à la science une conscience de ses finalités et de sa légitimité tout en créant les structures intellectuelles nécessaires à la professionnalisation des communautés scientifiques. Les recherches faites jusqu'ici par les auteurs du présent article révèlent que, pour que la S&T soit efficacement mise au service du progrès social et économique, il ne saurait y avoir de raccourci qui ferait l'économie de la promotion de communautés scientifiques nationales dans des disciplines revêtant une importance déterminante pour le pays considéré. C'est ainsi que la mise au point d'un vaccin contre la dengue au Venezuela et d'un vaccin contre la lèpre en Inde a pu se faire parce qu'une communauté de spécialistes de la biologie moderne existait depuis 30 ans dans ces pays. Dans le contexte de mondialisation actuel, seuls les pays ayant des communautés scientifiques nationales et des structures éducatives bien établies seront en mesure d'absorber

## Les tendances en matière de publications transnationales

Les données disponibles indiquent que les collaborations transnationales pour la rédaction d'articles scientifiques n'ont cessé d'augmenter au cours des années 1970 et 1980 (Luukkonen *et al.*, 1992) et ont connu ensuite un ralentissement dans la première moitié des années 1990. Les grands producteurs scientifiques (comme les États-Unis) pratiquent généralement beaucoup moins la collaboration internationale pour les articles que les petits pays comme la Suisse (Luukkonen *et al.*, 1992). Il apparaît que, plus une communauté scientifique nationale ou régionale est importante, plus elle est autosuffisante et moins elle a tendance à rechercher des coopérations transnationales. L'évolution récente en Inde et en Chine semble confirmer cette vue, mais la question devrait faire l'objet d'une étude plus poussée. Il convient de considérer aussi les pays qui ont connu une croissance considérable de leur S&T depuis une vingtaine d'années. Il est intéressant de noter que, selon une étude récente de Barr et Chabbal (1996), les pays ou régions où la part des publications due à une collaboration internationale augmente le plus vite sont ceux dont les systèmes scientifiques traversent actuellement les crises ou les transformations les plus sérieuses (à savoir l'Europe orientale, l'Afrique subsaharienne et les pays les moins avancés). La tendance à une collaboration internationale pour les publications paraît être, pour beaucoup des scientifiques de ces pays, un moyen de se faire mieux connaître. Autre observation intéressante,

la part relative des publications transnationales dans le total des copublications connaît actuellement une baisse sensible dans les grandes communautés scientifiques de la Chine et de l'Inde, alors que, pour l'Amérique latine, la proportion reste stable depuis cinq ans.

Copublications internationales  
En pourcentage de toutes les copublications

	1990	1995
Europe occidentale	13,1	12,4
Europe centrale et orientale	34,9	41,0
Communauté des États indépendants	11,7	35,1
Amérique du Nord	9,8	10,1
Amérique latine	31,7	30,3
États arabes	35,5	36,1
Afrique subsaharienne	26,7	34,3
Japon et nouveaux pays industrialisés	10,7	10,4
Chine, Hong Kong et Macao	29,9	24,9
Inde et pays d'Asie du Sud et d'Asie centrale	22,3	15,5
Autres pays d'Extrême-Orient	59,4	62,9
Océanie	22,1	21,5
Afrique du Sud	14,7	21,0
Brésil	31,9	31,1
Chine	32,5	25,8
Inde	20,0	13,4
Mexique	34,9	34,8

Source : Observatoire des sciences et des techniques (OST). D'après les données de l'Institute for Scientific Information (Science Citation Index et Compumath).

les chocs du mondialisme économique et de tirer profit des flux internationaux de savoir (Gaillard *et al.*, 1997). Les forces de mondialisation porteront de plus en plus atteinte aux bases de recherche locales si celles-ci ne sont pas d'un niveau élevé parce que, sous des formes variées, la performance est directement liée à la capacité de rivaliser dans les technologies de pointe et les nouvelles technologies. Cela est particulièrement vrai de la biologie et des sciences agricoles et chimiques. La valeur d'une communauté scientifique ou de son

niveau de professionnalisme ne saurait se définir seulement par l'effectif du personnel de S&T, sa situation financière ou ses laboratoires. Parmi les autres éléments qu'il y a lieu de prendre en considération figurent la capacité d'institutionnaliser des disciplines scientifiques et de nouveaux domaines de recherche, un système permettant de susciter des vocations nouvelles, un climat intellectuel caractérisé par des réseaux informels, des publications, des sociétés savantes et des académies et une légitimité socio-politique. Dans le monde d'aujourd'hui, les com-

munautés scientifiques risquent de voir leur autonomie rognée et elles peuvent devoir se soumettre à divers intérêts, mais elles continueront à jouer un rôle majeur dans le progrès économique du monde en développement. Étroitement liée à la promotion des communautés scientifiques se pose la question d'un réexamen de la recherche fondamentale.

#### Repenser le rôle de la recherche fondamentale

Il est nécessaire de faire une distinction entre la recherche fondamentale universitaire ou recherche pure et la recherche fondamentale stratégique orientée vers des objectifs sociaux ou économiques qui trouve sa raison d'être dans le contexte des pays en développement. Il se trouve que, sur ce point, une idée erronée gagne de plus en plus de terrain selon laquelle la recherche fondamentale se limiterait au premier de ces deux types de recherche. Quand on veut faire intervenir le second, on parle d'innovation technologique. Malgré cette importante distinction, il existe aussi bien dans le monde développé que dans le monde en développement un courant d'opinion qui veut que la recherche fondamentale soit sans rapport immédiat avec les grands problèmes des pays en développement et que ces derniers doivent s'attacher avant tout à se doter de capacités technologiques locales et nationales. Or, si ces capacités sont indispensables, il est peu probable qu'elles puissent être obtenues en l'absence d'une base correspondante en recherche fondamentale.

Tout d'abord, il faut que les gouvernements des pays en développement continuent à financer la science fondamentale stratégique parce que les moyens et la capacité d'entreprendre des recherches fondamentales comportent divers avantages pour la collectivité. On fait valoir que l'État doit assumer cette responsabilité dans l'intérêt de la population parce que les firmes et organismes privés ont tendance à sous-investir dans la recherche fondamentale, qui pratique les publications ouvertes (Pavitt, 1991). Des publications récentes sur la science, la technologie et la société, ainsi que des rapports qui ont fait date, mettent en lumière différents types d'avantages imputables à la recherche fondamentale (SPRU, 1996), mais il convient d'insister sur trois éléments qui présentent une importance déterminante pour les pays en développement, à savoir :

les compétences et la connaissance tacite ; l'instrumentation et les méthodes ; les solutions techniques novatrices combinées avec la création d'entreprises commerciales. Il convient de noter que la recherche fondamentale est actuellement préconisée comme une composante importante de l'innovation.

L'Unité de recherche sur les politiques scientifiques de l'université du Sussex, au Royaume-Uni (SPRU, 1996) appelle l'attention sur l'importance des connaissances et compétences « tacites », par opposition aux connaissances « codifiées » telles qu'elles apparaissent dans les publications. En effet, les diplômés et les chercheurs formés à la recherche fondamentale maîtrisent souvent des compétences et des connaissances utiles et novatrices qui ne se prêtent pas à être transférées par l'écrit ou par un autre mode d'information codée. Dans la pratique, ces compétences et connaissances tacites sont incarnées dans une personne et s'apprennent par la formation à la recherche dans les laboratoires et les universités. Elles s'accumulent ainsi dans l'esprit des intéressés et sont le fruit de périodes de formation prolongées. La recherche fondamentale apparaît ainsi comme la source principale des compétences et connaissances tacites qui sont déterminantes pour la création de capacités techniques dans toute une gamme de nouvelles technologies et de technologies de pointe.

Étroitement liés à cela, on trouve des éléments tels que la préparation d'un doctorat, la socialisation et le développement d'une identité dans le monde de la science et de la recherche. La recherche fondamentale dans les universités a toujours joué un rôle majeur dans ces activités, qui sont importantes pour beaucoup de pays en développement sur le point d'établir des communautés scientifiques.

Price (1984) et Rosenberg (1992) soulignent la valeur de la recherche fondamentale comme source principale de méthodologies importantes et d'instrumentations nouvelles. Rosenberg donne de nombreux exemples de cas où la recherche fondamentale a été décisive pour la création de capacités industrielles et technologiques et, par voie de conséquence, de profits économiques dans un passé récent.

En faisant état de ces écrits, notre intention n'est pas de préconiser ce que Salomon et Lebeau (1993) appellent le

« tropisme » de la science internationale ou « science pour la science », mais bien plutôt de souligner la nécessité pour les pays en développement de continuer à renforcer leur base de recherche fondamentale qui se révélera selon toute vraisemblance comme l'une de leurs sources les plus fécondes de méthodologies et d'instrumentation nouvelles.

Il est une autre façon dont la recherche fondamentale conditionne le succès de l'innovation, c'est qu'elle a les moyens de résoudre des problèmes technologiques dans toute une série de secteurs comprenant notamment les sciences agricoles et biologiques. À cet égard, on trouve des éléments d'information très intéressants dans les résultats de deux grandes enquêtes, l'une réalisée par l'université Yale (enquête par questionnaire adressé à 650 directeurs de R&D industrielle et couvrant 130 industries), l'autre étant le rapport PACE, financé par la Commission européenne (enquête par questionnaire fondée sur 640 réponses provenant de 16 secteurs). Analysant les résultats de ces enquêtes ainsi que d'autres études pertinentes sur le même sujet, l'équipe de la SPRU concluait que « les contributions de la recherche fondamentale à la résolution des problèmes technologiques sont nombreuses, souvent indirectes et détournées et extrêmement variables selon les domaines de connaissance et les secteurs d'application. Les modèles simples, les généralisations et les prescriptions pour une politique de la recherche fondamentale risquent donc d'induire en erreur et même d'être dangereuses » (SPRU, 1996, p. 36).

Des éléments d'information substantiels permettent maintenant de penser qu'il existe un lien entre la recherche fondamentale et la création de firmes et d'entreprises dans le domaine des nouvelles technologies et notamment des plus récentes d'entre elles. L'importance des connaissances tacites et de leur contribution à la fondation d'entreprises par des spécialistes de la recherche fondamentale et des ingénieurs ne saurait être sous-estimée.

#### Le besoin d'une stratégie de réseaux

On s'accorde de plus en plus à reconnaître que l'innovation résulte d'un couplage entre les éléments scientifiques et technologiques, d'une part, et le marché, de l'autre (Callon *et al.*, 1991). S'il en est effectivement ainsi, les

implications pour beaucoup de pays en développement devraient être très claires. En l'absence de structures économiques qui pourraient engendrer organiquement des couplages de ce genre, il faut que l'État intervienne et joue les intermédiaires pour susciter des liaisons entre les laboratoires, les universités, l'industrie et le marché. Il serait possible de structurer les mécanismes de politique scientifique et technologique de manière à créer des programmes de constitution de réseaux au niveau moyen ou à celui de l'organisme chargé des sciences, axés sur des tâches spécifiques orientées en fonction du résultat visé (par exemple combustibles de substitution, développement de molécules nouvelles à usage pharmaceutique). Différents groupes d'intérêts, depuis le marché jusqu'à l'université, seraient partenaires en fournissant une mise de fonds, et l'État pourrait garantir les risques éventuels aux stades initiaux (Krishna, 1994). Les communautés scientifiques seraient réorganisées sur la base de groupes « hybrides » et de programmes de recherche. Cela ne signifie pas que la recherche tout entière devrait, dans les pays en développement, revêtir la forme d'un travail sur réseau puisque cela dépendrait du contexte national, mais ces stratégies nouvelles pourraient jouer un rôle majeur pour relever en temps voulu les défis du marché. Il n'y a pas toutefois de modèle unique de recherche organisée par réseau, ni de type unique d'avantages à en retirer, comme le montre l'expérience des différents pays en Asie orientale, en Amérique du Nord et en Europe occidentale. C'est ainsi que, pour son développement industriel initial, la République de Corée a fait appel à la technologie étrangère mais que, lorsqu'elle en est arrivée à développer des secteurs compétitifs sur le plan international pour l'électronique, la sidérurgie, les constructions navales, les télécommunications et les machines-outils, elle a systématiquement orienté ses efforts vers le renforcement de l'innovation endogène, de son système de diffusion et de sa base de recherche. Une grande partie des succès remportés par la Corée dans ces secteurs a été due au fait que l'État avait initialement favorisé la constitution de réseaux d'universités et d'organisations comme l'Institut coréen de science et technologie (KIST) au cours des années 1960. En une décennie, l'action du KIST a eu pour retombée la création de centres de R&D de la deuxième génération dans la plupart des secteurs susmentionnés relevant du

contrôle de l'État ; ces centres du secteur public ont été eux-mêmes à l'origine d'une diffusion de la troisième génération avec la création de services de R&D maison dans les firmes privées à partir des années 1980. En 1990, ces services étaient au nombre de 1 000 environ.

Contrairement à l'idée qu'on se fait généralement des « dragons », la République de Corée donne l'exemple, dans ses efforts pour constituer des secteurs économiques internationalement compétitifs, de l'utilisation systématique d'une recherche fondamentale stratégique et orientée.

#### Le besoin de compétences et ses implications pour l'enseignement

Trois aspects peuvent être soulignés. En premier lieu, il y a le double problème auquel certains pays en développement font encore face et qui consiste à atteindre un niveau d'enseignement primaire, secondaire et supérieur comparable à celui des pays industrialisés et des nouveaux pays industrialisés tout en les rattrapant sur le plan de l'industrialisation et de la modernisation (Riddell, 1996 ; Singh, 1994 ; Lall, 1990).

En deuxième lieu, l'existence d'une main d'œuvre à bon marché et la possession de ressources naturelles n'ont guère de chances de constituer des avantages appréciables dans un monde dominé par la concurrence. Ces avantages seront bien plutôt déterminés par la valeur ajoutée que procurent la technologie et le savoir dans les procédés de fabrication et ils dépendront de plus en plus de compétences variées basées sur des connaissances spécialisées et sur l'utilisation des techniques de l'information. Par rapport au nombre de leurs diplômés de l'enseignement supérieur et autres professionnels, les pays en développement produisent une proportion très faible de techniciens qualifiés. L'organisation des systèmes de production exige des innovations institutionnelles tant dans la production elle-même que dans l'enseignement post-secondaire et professionnel. Le monde en développement doit se fixer pour but de créer de nouvelles formes d'organisation qui réuniront scientifiques, technologues, artisans et techniciens pour la formation et pour les loisirs. À mesure que les facteurs de flexibilité et de décentralisation acquièrent une place dominante dans les systèmes de production, ces nouvelles formes d'organisation devront s'harmoniser à l'évolution des structures industrielles.

C'est là que les institutions de recherche, universitaires et non universitaires, doivent intervenir par l'intermédiaire des réseaux pour aider les entreprises rurales et les petites entreprises industrielles à favoriser ce qu'on pourrait appeler des « systèmes régionaux d'innovation ».

En troisième lieu, l'enseignement des sciences (à l'exception habituelle des sciences de l'ingénieur et de la médecine) au niveau post-secondaire traverse une crise grave dans beaucoup de pays en développement. La science perd de son attrait pour les jeunes étudiants, que l'économie, le commerce, l'administration des affaires et l'informatique motivent davantage, et elle doit rivaliser avec d'autres occupations en croissance rapide qui sont considérées comme offrant de meilleures perspectives de carrière. La science est tout simplement en train de perdre aux yeux des étudiants son prestige de profession séduisante et hautement appréciée. Il y a à cela diverses raisons : la dégradation des conditions de travail dans les laboratoires et les universités, les grandes disparités des rémunérations qui favorisent les scientifiques du secteur privé et le sentiment général que la science ne parvient pas à résoudre les problèmes de la vie quotidienne concernant l'eau, l'assainissement et l'environnement.

#### La science, bien public, et la science, bien commercial

Sources de tensions nouvelles, ces deux conceptions de la science procèdent de logiques différentes, d'une part celle de la divulgation, de la connaissance ouverte et donc de la libre circulation de l'information, d'autre part celle de la propriété intellectuelle et du savoir considéré comme propriété privée et donc de la rétention de l'information (Dasgupta et David, 1994). La science constitue un aspect important de notre domaine culturel et elle a été historiquement un facteur de progrès socioéconomique. Avec le processus de mondialisation en cours, l'idée que la science est un bien commercial a pénétré jusque dans les pays en développement, mettant en question la conception qui prévalait de la science, bien public, avec des conséquences à long terme pour la structure des systèmes de recherche scientifique nationaux. Il s'agit là sans nul doute d'un problème grave dans des pays en développement où la R&D est financée à plus de 80 % par l'État. Étant donné que les mécanismes de fonctionnement de la

« science privée » régis par des intérêts commerciaux sont de plus en plus appliqués pour réguler la recherche dans les organismes scientifiques financés par le secteur public, on voit nettement que des coupures vont être pratiquées dans les dépenses de recherche concernant la protection sociale, l'éducation, la santé et certaines questions économiques, activités qui sont considérées comme éminemment légitimes quand l'idéal de la science est celui du bien public. Le monde en développement devient de plus en plus prisonnier d'une situation en « double aveugle ». D'une part, il réagit aux forces du marché avec la mondialisation et, d'autre part, il maintient des activités de recherche dans l'intérêt du bien public. Un rejet de la conception de la science, bien public en faveur d'une science orientée par le marché risque d'avoir des conséquences dangereuses pour les pays en développement. Si l'expérience de l'Asie orientale a une quelconque valeur d'exemple, le message devient parfaitement limpide. Il faut que l'État assume une responsabilité majeure en intervenant pour établir un équilibre entre les deux politiques afin que la science bénéficie d'un soutien en tant que bien public, jusqu'au jour où la société pourra absorber les chocs provoqués par les forces du marché.

#### Y a-t-il place pour des politiques de S&T ?

Depuis quelques années, cette question se pose avec acuité dans le contexte des pays en développement. Compte tenu des diverses questions évoquées plus haut, il convient de répéter que les institutions et les politiques nationales de S&T dans les pays en développement ont encore un rôle majeur à jouer dans les instances restructurées de S&T au sein de chaque contexte socio-économique national. Dans le passé, les programmes de politique scientifique et technologique des pays en développement légitimaient souvent leur position par une rhétorique du « progrès » et du « développement » ; par voie de conséquence, dans un certain nombre de pays, la politique et les mécanismes de S&T sont demeurés prisonniers du système bureaucratique et privés de toute pertinence fonctionnelle. Le succès relatif rencontré par certains pays d'Asie a fourni divers exemples des modalités selon lesquelles ces politiques doivent être combinées avec des politiques industrielle, économique et fiscale ; il a montré aussi que les politiques scientifiques et technologiques

proclamées par les gouvernements impliquent des mesures de soutien obligatoires pour assurer leur pertinence et leur réalisation.

Dans l'avenir prévisible, le progrès des puissances scientifiques du monde industrialisé plongera les pays les moins avancés dans des difficultés plus grandes encore que par le passé. Le Nord a à son ordre du jour la concurrence sur les marchés du Nord, la fermeture des frontières à l'immigration non qualifiée, la substitution de produits primaires, la préférence pour les importations de haute qualité, les barrières non tarifaires, etc. La volonté des gouvernements en matière de science demeure décisive, comme les nations émergentes en apportent la preuve. Il existe une niche pour les acteurs mineurs équipés des politiques appropriées qui leur permettront de tirer profit de la mondialisation (Hill, 1996). Comparés à ceux d'Asie et d'Amérique latine, beaucoup de pays d'Afrique ont accédé tardivement à l'indépendance dans les années 1960. Pour des raisons historiques, ces pays ont hérité de structures scientifiques et technologiques faibles et ils se battent encore pour constituer des communautés scientifiques nationales (El Kenz et Waast, 1997 ; Eisemon et Davis, 1997 ; Chatelin *et al.*, 1997). Pour diverses raisons, le système social de la science n'a pas été en mesure d'obtenir la légitimité politique voulue. À propos de cette situation, il faut bien comprendre qu'aucune quantité d'aide extérieure et de coopération internationale (Gaillard, 1996) ne pourra jamais compléter ou remplacer entièrement le soutien local et national pour mettre la S&T au service du développement endogène. Ce sont là deux questions extrêmement préoccupantes pour une grande partie de la région africaine.

RÉFÉRENCES ET LECTURES COMPLÉMENTAIRES

- Barns I. (1991) Post-Fordist people? Cultural meanings of new techno-economic systems, p. 895-914. *Futures*, numéro de novembre.
- Barr R., Chabbal D. (1996) Les coopérations scientifiques Nord-Sud : caractérisation et dynamique d'ensemble. Dans Gaillard J. (dir. publ.) *Coopérations scientifiques internationales*, p. 25-38. Dans la collection publiée sous la direction de R. Waast. Les sciences hors d'Occident au XX<sup>e</sup> siècle, 7 vol., Éditions de l'ORSTOM, Paris.
- Barreiro A., Velho L. (1997) The Uruguayan basic scientists migrations and their academic articulation around the PEDECIBA. *Science, Technology & Society*, 2 (2).
- Bhagavan M.R. (1995) Technological implications of structural adjustment - the case of India. *Economic and Political Weekly*, 30 (7, 8), p. M2M12.
- Botelho A., Schwartzman S. (1997) Growing pains: Brazilian scientists and their shifting roles. Dans Gaillard J., Krishna V.V. et Waast R. (dir. publ.) *Scientific Communities in the Developing World*, p. 336-353. Sage Publications, New Delhi.
- Callon M., Laredo P., Rabeharisoa V. (1991) *The Management and Evaluation of Technological Programs and the Dynamics of Techno-economic Networks: the Case of AFME*. Miméo, CSI, École des mines, Paris.
- Chatelin Y., Arvanitis R. (1988) *Les stratégies scientifiques et le développement : sols et agriculture des régions chaudes*. Éditions de l'ORSTOM, Paris.
- Chatelin Y., Gaillard J., Keller A.S. (1997) The Nigerian Scientific Community: the colossus with feet of clay. Dans : Gaillard J., Krishna V.V. et Waast R. (dir. publ.) *Scientific Communities in the Developing World*, p. 129-154. Sage Publications, New Delhi.
- CSIR (1996) *CSIR 2001 Vision and Strategy*. Council of Scientific and Industrial Research, New Delhi.
- Dasgupta P., David P. (1994) Towards a new economics of science. *Research Policy*, 23, p. 487-521.
- Dunning J.H. (1993) *Multinational Enterprises and the Global Economy*. Addison-Wesley, Wokingham.
- Eisemon T.O., Davis C. (1997) Kenya: crisis in the scientific community. Dans Gaillard J., Krishna V.V. et Waast R. (dir. publ.) *Scientific Communities in the Developing World*, p. 105-128. Sage Publications, New Delhi.
- El Kenz A., Waast R. (1997) Sisyphus or the scientific communities of Algeria. Dans : Gaillard J., Krishna V.V. et Waast R. (dir. publ.) *Scientific Communities in the Developing World*, p. 53-80. Sage Publications, New Delhi.
- Elzinga A. (1985) Research bureaucracy and the drift of epistemic criteria. Dans : Wittrock B. et Elzinga A. (dir. publ.) *The University Research System: The Public Policies of the Home Scientists*. Almqvist and Wiksell International, Stockholm.
- Enos E.J. (1995) *In Pursuit of Science and Technology in Sub-Saharan Africa - The Impact of Structural Adjustment Programmes*. Routledge, Londres.
- Etzkowitz H. (1983) Entrepreneurial scientists and entrepreneurial universities in American academic science, *Minerva*, 21 ; p. 198-233.
- Gaillard A.-M., Gaillard J. (1998) *International Migration of the Highly Qualified: a Bibliographic and Conceptual Itinerary*, pp. 200. Center for Migration Studies (Bibliographies and Documentation Series), New York, NY.
- Gaillard J. (1996) Vers une interdépendance interactive. Dans Gaillard J. (dir. publ.) *Coopérations scientifiques internationales*. p. 7-21. Dans la collection publiée sous la direction de Waast R. Les sciences hors d'Occident au XX<sup>e</sup> siècle, 7 vol., Éditions de l'ORSTOM. Paris.
- Gaillard J., Gaillard A.-M. (1997) Introduction: The international migration of brains: exodus or circulation ? *Science, Technology & Society*, 2 (2).
- Gaillard J., Krishna V.V., Waast R. (dir. publ.) (1997) *Scientific Communities in the Developing World*. Sage Publications, New Delhi.
- Gaillard J., Waast R. (1993) The uphill emergence of scientific communities in Africa. *Journal of African and Asian Studies*, 27 (1-2), p. 41-68.
- Gibbons M., Limoges C., Nowotny H., Schwartzman S., Scott P., Trow M. (1994) *The New Production of Knowledge - the Dynamics of Science and Research in Contemporary Societies*. Sage Publications, Royaume-Uni.
- Hill S.C. (1996) Small player advantage in a new game: capturing opportunity as developing countries from the new globalism of technology. *Science, Technology & Society*, 1 (1) ; p. 51-72.
- Jacob M., Elzinga A. (1996) Introduction: changing trends in science policy (numéro spécial). *Science, Technology & Society*, 1 (2).
- Jain A. (1992) Social Diversity and Technology for Sustainable Development. Dans : *Proceedings of International Symposium on Nature and Humankind in the Age of Environmental Crisis*, p. 241-252. International Research Center for Japanese Studies, Tokyo.
- Kreimer P. (1997) Migration of scientists and the building of a laboratory in Argentina. *Science, Technology & Society*, 2 (2).
- Krishna V.V. (1994) From science policies to innovation strategies: «Local» networking and coping with internationalism in the developing country context. *Knowledge and Policy*, 6 (3-4), p. 134-157.
- (1997a) A portrait of the scientific community in India: historical growth and contemporary problems. Dans : Gaillard J., Krishna V.V. et Waast R. (dir. publ.) *Scientific Communities in the Developing World*, p. 236-280. Sage Publications, New Delhi.
- (1997b) Science, Technology and counter hegemony : some reflections on the contemporary science movements in India, Dans : Shinn T., Spaapen J. et Krishna V.V. (dir. publ.) *Science and Technology in a Developing Society. Sociology of the Sciences Year Book*. 19, Kluwer Academic Press, Pays-Bas.
- Krishna V.V., Khadria B. (1997) Phasing scientific migration in the context of brain gain and brain drain in India. *Science, Technology & Society*, 2 (2).

- Kumar N. (1996) Intellectual property protection, market orientation and location of overseas R&D activities by multinational enterprises. *World Development*, 24 (4), p. 673-688.
- Lall S. (1990) Human resources development and the industrialization with special reference to sub-Saharan Africa. Dans : Griffin K. et Knight J. (dir. publ.) *Human Development and the International Development Strategy for the 1990s*, p. 129-157. Macmillan, Londres.
- Luukkonen T., Persson O., Sivertsen G. (1992) Understanding patterns of international scientific collaboration. *Science Technology and Human Values*, 17 (1), janvier.
- Mashelkar R.A. (1995) *India's Emergence as a Global R&D Platform: The New Challenges and Opportunities*, Lala Karam Chand Thapar Centenary Memorial Lecture, 4 mars 1995, New Delhi.
- Meyer J.B. et al. (1997) Turning brain drain into brain gain: the Colombian experience of the diaspora option. *Science, Technology & Society*, 2 (2).
- OST (Observatoire des sciences et des techniques) (1997) Les chiffres clés de la science et de la technologie. *Economica*. Paris.
- Papon P. (1997) Un New Deal pour la recherche et la technologie. *Futuribles*, 217, p. 33-52.
- Pavitt K. (1991) What makes basic research economically useful. *Research Policy*, 20, p. 109-119.
- Price D. de Solla (1984) The science/technology relationship, the craft of experimental science and policy for the improvement of high technology innovation. *Research Policy*, 13, p. 3-20.
- Rana P.B. (1995) Reform strategies in transitional economies : lessons from Asia. *World Development*, 23 (7), p. 1157-1169.
- Riddel A.R. (1996) Globalization: emasculation or opportunity for educational planning ? *World Development*, 24 (8), p. 1357-1372.
- Rip A. (1988) Contextual transformations in contemporary science. Dans : Jamison A. (dir. publ.) *Keeping Science Straight*, p. 59-85. Report of University of Gotenburg, Göteborg.
- Rosenberg N. (1992) Scientific instrumentation and university research. *Research Policy*, 21, p. 381-390.
- Safadi R., Laird S. (1996) The Uruguay Round Agreements: impact on developing countries. *World Development*, 24 (7), p. 1223-1142.
- Salomon J.J., Lebeau A. (1993) *Mirages of Development: Science and Technology in the Third World*. Lynne Rienner Publishers, États-Unis.
- Schoijet M., Worthington R. (1993) Globalization of science and repression of scientists in Mexico. *Science, Technology & Human Values*, 18 (2), p. 209-230.
- Schott T. (1991) The world scientific community: globality and globalization. *Minerva*, 29, p. 440-462.
- (1993) World science: globalization of institutions and participation. *Science, Technology & Human Values*, (18-2), p. 196-208.
- Schwartzman S. (1996) *La coopération internationale en temps de crise*, p. 77-85. Dans la collection publiée sous la direction de Waast R.. *Les sciences hors d'Occident au XX<sup>e</sup> siècle*, 7 vol., Éditions de l'ORSTOM, Paris.
- Singh A. (1994) Global economic changes, skills and international competitiveness, *International Labor Review*, 133 (2), p. 67-183.
- SPRU (Science Policy Research Unit) (1996) *The Relationship Between Publicly Funded Basic Research and Economic Performance - A SPRU Review*, Report to HM Treasury (par Ben Martin et al.) SPRU, University of Sussex, Royaume-Uni.
- Tettu L., Persson O., Sivertse G. (1992) Understanding patterns of international scientific collaboration. *Science, Technology & Human Values*, 17, p. 101-126.
- Vessuri H.M.C. (1984) The search for a scientific community in Venezuela: from isolation to applied research. *Minerva*, 22 (2), p. 196-235.
- Waast R. (1996a) 20<sup>th</sup> Century Science: Beyond the Metropolis. Dans R. Waast (dir. publ.) *Les sciences hors d'Occident au XX<sup>e</sup> siècle*, 7 vol., Éditions de l'ORSTOM, Paris.
- (1996b) Situation et défis. Dans R. Waast (dir. publ.) *Les sciences au Sud, état des lieux*. Dans la collection publiée sous la direction de R. Waast. *Les sciences hors d'Occident au XX<sup>e</sup> siècle*, 7 vol., Éditions de l'ORSTOM, Paris.
- Ziman J. (1996) Is science losing its objectivity? *Nature*, 382, p. 751-754, 29 août.

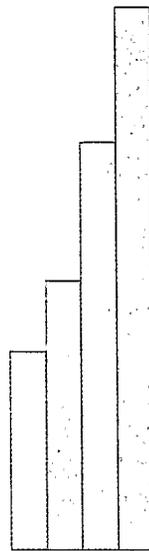
V.V. Krishna est chercheur principal au *National Institute for Science Technology and Development Studies* (NISTADS) à New Delhi et professeur associé de politique scientifique au *Centre for Studies in Science Policy*, de l'École des sciences sociales de l'université Jawaharlal Nehru à New Delhi. Titulaire d'un doctorat en sociologie des sciences de l'université de Wollongong (Australie), il travaille depuis de nombreuses années dans le domaine de la sociologie des sciences, des études de politique scientifique et technologique, et de l'histoire sociale des sciences. Il a publié une vingtaine d'articles et deux livres. Il est le rédacteur en chef d'une nouvelle revue internationale intitulée *Science, Technology and Society*.

Roland Waast est sociologue à l'Institut français de recherche scientifique pour le développement en coopération (ORSTOM) à Paris, où il a créé un service chargé des stratégies du développement. Au cours des années qu'il a passées à Madagascar et en Algérie, il a entrepris des recherches sur la sociologie des sciences et sur la science et le développement. Il est le fondateur d'ALFONSO, réseau international de recherche consacré aux études sur la science, la technologie et la société dans le monde en développement. Parmi ses ouvrages publiés récemment figurent les actes en sept volumes d'un symposium international « Les sciences hors d'Occident au XX<sup>e</sup> siècle », dont il a dirigé la publication. Il assure actuellement la coordination du programme Science, technologie et développement à l'ORSTOM.

Jacques Gaillard est actuellement chercheur principal au Groupe sur la science, la technologie et le développement à l'ORSTOM à Paris. Ingénieur agronome et titulaire d'un doctorat sur les questions de science, technologie et société, il a été précédemment secrétaire scientifique de la Fondation internationale pour la science (IFS) à Stockholm et professeur invité à l'université George-Washington à Washington, D.C. Il a publié plus de 25 articles concernant la science, la technologie et la société et il est l'auteur de trois livres.



# RAPPORT MONDIAL SUR LA SCIENCE



# 1998



Éditions UNESCO  
Éditions scientifiques et médicales Elsevier

US4  
SOC  
UNE

2 DEC. 1998

010002574

Les désignations employées dans cette publication et la présentation des données qui y figurent n'impliquent de la part de l'UNESCO aucune prise de position quant au statut juridique de tel ou tel pays ou territoire, ville ou région, ou de ses autorités, ni quant au tracé de ses frontières.

Les opinions exprimées dans cet ouvrage sont celles des auteurs et ne reflètent pas nécessairement le point de vue de l'UNESCO.

Publié en 1998 par  
l'Organisation des Nations Unies pour l'éducation, la science et la culture  
7, place de Fontenoy, 75352 Paris 07 SP, France  
et les Éditions scientifiques et médicales Elsevier  
23, rue Linois, 75724 Paris cedex 15, France

ISBN : 92-3-203446-8 (UNESCO),  
2-84299-043-9 (Elsevier)  
© UNESCO, 1998

Maquette de **Banson**  
3 Turville Street, Londres E2 7HR,  
Royaume-Uni

Illustration de couverture : Hermann Eisenbeiss/Science Photo Library

Tous droits de traduction, d'adaptation et de reproduction par tous procédés réservés pour tous pays.  
En application de la loi du 11 mars 1957, il est interdit de reproduire, même partiellement, la présente publication sans l'autorisation de l'Éditeur ou du Centre français d'exploitation du droit de copie (20, rue des Grands-Augustins, 75006 Paris).

*All right reserved. No part of this publication may be translated, reproduced, stored in retrieval system or transmitted in any form by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording or otherwise, without prior permission of the publisher.*

Imprimé en France par  
Louis-Jean  
Avenue d'Embrun, 05003 Gap cedex  
Dépôt légal : 589 – juillet 1998