

LES ATOUTS DU PETIT JOUEUR :

**Comment tirer profit de la mondialisation de la technologie
lorsqu'on est un pays en développement ?**

Stephen Hill
Centre for Research Policy,
University of Wollongong (Australie)

*Quel est le rôle d'une nation au sein d'une économie mondialisée, où les frontières vont en s'effaçant ? Plutôt que d'accroître la rentabilité de sociétés brandissant les couleurs nationales, ou d'augmenter les avoirs de ses citoyens dans le monde entier, le rôle économique d'un État est d'améliorer le niveau de vie de ses citoyens en renforçant la valeur de leur contribution à l'économie mondiale. L'attention portée à la compétitivité des entreprises nationales est souvent mal placée. Ce n'est pas ce que nous possédons qui compte, c'est ce que nous faisons. Robert Reich, *The Work of Nations* (1)*

Cette conclusion de Robert Reich repose sur un changement de paradigme dans la conception de la relation entre technologie et développement économique au seuil du XXI^e siècle. Du principe d'un pouvoir économique fondé sur la propriété nationale des moyens de production, on passe à celui d'un pouvoir économique dérivé de la « localisation » sur le territoire national d'activités à haute valeur ajoutée (2).

Apparemment, la concentration de la propriété dans quelques nations conserve son importance dans les affaires économiques mondiales. Il serait difficile de le nier.

Un petit nombre de sociétés multinationales continuent de dominer l'économie globale, et de traduire en avantages économiques le changement scientifique et technologique. C'est particulièrement le cas dans les activités à forte intensité de recherche. Ainsi, l'OCDE calcule (sur la base de données datant de 1987) que les dix leaders en informatique assurent 90 % de la production mondiale, en télécommunications 85 %, et en semi-conducteurs 61 %. Dans la construction automobile, la part de la production mondiale réalisée par les sept plus grandes firmes est de 88%, et six sociétés fournissent à elles seules 88% de la production mondiale de pneus (3). Dans l'industrie électronique et dans celle des technologies de l'information, il existe une très forte concentration à la fois de la propriété et de l'assise nationale avec sept sociétés multinationales, toutes situées au Japon, dominant deux ou plus des secteurs des compo-

sants, des ordinateurs et de l'électronique grand public. En 1989-1990, le Japon, les États-Unis et l'Europe contrôlaient les dix « grands » dans chacun de ces secteurs, à l'exception, notable, de la Corée dont les entreprises Samsung et Gold Star se sont élevées respectivement à la neuvième et dixième place sur la liste mondiale de l'électronique grand public (4).

Toutefois, au-delà de ces statistiques, il faut constater l'apparition de nouvelles tendances dans la manière dont les sociétés multinationales trouvent profitable d'opérer.

Jusqu'à ces derniers temps, les économies les moins développées achetaient des biens à forte valeur ajoutée à un petit nombre de pays technologiquement avancés et aux sociétés multinationales qui les représentaient. Les sociétés d'envergure mondiale assuraient leur compétitivité en morcelant internationalement le processus de production. Elles maintenaient à proximité de leur base nationale les activités à haute valeur ajoutée. Et elles se fournissaient en main d'œuvre bon marché dans les pays en développement les plus accommodants et les moins riches, pour réaliser leurs fabrications à faible valeur ajoutée. Pour les pays en développement, c'était un marché « faustien » : des emplois et une richesse économique dans l'immédiat, mais aucune possibilité pour eux de s'approprier la capacité technologique et les connaissances. En un mot, un bénéfice uniquement à court terme. Au fur et à mesure que la richesse augmentait, l'offre d'une main-d'œuvre à bas coûts par des pays moins riches attirait ailleurs les multinationales : de Taiwan en Malaisie, de Thaïlande en Chine. Entre temps, les pays en développement n'avaient pu acquérir qu'une très petite part de la capacité technologique des multinationales, celle qui ajoute beaucoup de valeur et qui ne leur avait jamais été transférée.

Mais la situation évolue. L'intégration du savoir-faire technologique dans la production, qui se mondialise, a érodé l'avantage concurrentiel que son monopole assurait à certains pays. Il y a encore dix ans, les multinationales, intégrées verticalement, dominaient l'introduction de nouvelles technologies (Sony et Philips dans le cas des CD). Désormais, et de plus en plus, des réseaux mondiaux relient entre elles plusieurs sociétés collaborant à la construction d'un produit. En aéronautique, par exemple, Boeing, société réputée américaine, ne produit que 15 % des composants des appareils fabriqués aux États-Unis. Les États-Unis ne fournissent que le site d'assemblage, et le rôle de la société se réduit à celui de directeur de production de ce qui est, pour l'essentiel, un avion produit internationalement. C'est ainsi que les composants des appareils Boeing sont par exemple fabriqués à la fois en Indonésie et en Australie sous contrats soumis à des appels d'offres (5). Ainsi, comme l'a souligné Michael Porter, du fait de la dispersion des activités (et des responsabilités) aux quatre coins du monde, la notion traditionnelle de centre unique de direction d'entreprise n'a plus de réalité (6).

Ce sont des sociétés japonaises, confrontées la concurrence chez elles intense, qui ont été les chefs de file de cette tendance. Elles ont essayé, ces dernières années, de prendre le contrôle stratégique du marché asiatique par l'intermédiaire de réseaux régionaux produisant des biens à forte valeur ajoutée. Il en a résulté une réorientation majeure des transferts transnationaux de capital mobile, les deux sources principales, capital et multinationales japonais donnant l'impulsion. Les réseaux mettent en œuvre de nouvelles formes de liens entre les sociétés : co-entreprise, sous-traitance, accords de licence,

contrats de recherche en coopération, second marché. C'est ainsi que « de nombreuses sociétés sont désormais engagées dans un réseau complexe d'accords s'étendant à de nombreux secteurs clés de toutes les activités – recherche, production et commercialisation » (7).

La *stratégie de réseau* implique le transfert, au partenaire le moins développé, de technologies de pointe et de savoir-faire. C'est donc potentiellement une stratégie à haut risque puisqu'elle a pour effet d'accélérer le développement de concurrents éventuels. Pourtant, cette stratégie est nécessaire pour gagner un avantage concurrentiel local : elle permet de mettre vite à disposition sur place les produits localement adaptés et demandés. La rapidité du transfert de connaissances aux sites de production éloignés est essentielle à la nouvelle compétitivité mondiale. Désormais la survie, à long terme, suppose la capacité de fournir en discontinu de petits lots de produits de grande qualité correspondant à des besoins locaux (8). « Céder » son savoir-faire technologique et se doter de connaissances techniques *offshore* sont des éléments essentiels de cette stratégie. C'est en se montrant plus rapide sur les multiples niches du marché que l'entreprise reste en tête de la compétition, et non pas en enfermant ses secrets technologiques dans un coffre-fort de biens intellectuels.

Par opposition à la stratégie antérieure fondée sur la propriété nationale, cette stratégie de réseau mondiale, propre aux années 1990, devrait encourager la création sur place de services de recherche, de développement et d'étude afin de pouvoir satisfaire la demande locale en produits de plus en plus sophistiqués. Les pays en développement ne pourront toutefois se rendre maîtres de cet avantage que s'ils sont équipés pour implanter ces capacités d'accroissement de connaissances dans des stratégies technologiques nationales.

Le nouvel atout du « petit joueur »

Il existe une série de déterminants technologiques et culturels derrière ces nouvelles exigences de la compétition économique. Pour les pays en développement, capturer le « papillon » du savoir technologique mondialisé suppose que les stratégies technologiques adoptées intègrent ces deux types de facteurs, technologiques et socio-culturels.

Les principaux ingrédients de la nouvelle formule de compétitivité mondiale sont les suivants :

- Les technologies de transformation sont passées sous contrôle électronique et non plus mécanique. C'est ce qui assure la compétitivité d'une production complexe non standardisée, prenant l'avantage sur la production de masse standardisée.
- Parallèlement, les préférences du consommateur se tournent désormais vers une demande plus spécialisée et plus personnalisée.
- Les flux de communication et d'information ont changé. Les progrès des techniques d'information permettent la mise en correspondance immédiate des exigences de production des grandes compagnies et des capacités de réponse de petits fournisseurs : entre la société et ses clients, temps et distance sont abolis par la télécopie et autres moyens rapides de communication.

- La complexité de l'information requise donne aux petites structures horizontales la possibilité de répondre avec plus de flexibilité et de précision que les grandes entreprises.

La clé de l'avantage compétitif pour un marché sur mesure, sensible, technologiquement sophistiqué, est, dans les années 1990, la capacité de réponse. Celle-ci exige des compétences à la fois technologiques et sociales développées.

Les entreprises doivent être capables d'agir rapidement, de pressentir les nouvelles opportunités commerciales, les inventions et innovations stratégiques, et de répondre aux attentes du marché en mettant très vite en production de nouvelles technologies. Dans l'industrie informatique, par exemple, le créneau commercial de nombreux produits n'est guère porteur plus de trois mois, et doit avoir une avance de deux ans sur la production en cours. Le taux d'obsolescence du *software* et du *hardware* est respectivement de deux à trois ans et de quatre à cinq ans. Hewlett-Packard, par exemple, tire les deux tiers de ses recettes de produits élaborés deux ou trois ans auparavant (10).

De petites entreprises, qui échappent au double et encombrant inconvénient de la taille et de l'inertie administrative, ont pu capitaliser sur l'avantage de l'innovation rapide. En dépit des prétendues économies d'échelle de l'époque précédente, certaines petites sociétés, comme des moustiques par une chaude nuit d'été, commençaient à irriter considérablement le calme monde des affaires, allant dans certains cas jusqu'à menacer l'existence même des géants. C'est ainsi que deux petites firmes d'informatique américaines, SUN et MIPS, ont mis IBM en difficulté avec leurs ordinateurs à jeu d'instructions réduit – les RISC – par le biais d'accords de licence et de collaboration généralisés avec des programmeurs et des producteurs qui sans cela seraient devenus des concurrents (11). IBM, dans ce cas précis, a refusé de développer RISC alors même que la compagnie avait été impliquée dans les premiers stades d'élaboration de cette technologie. RISC, appliqué particulièrement aux postes de travail par ordinateur, isole le traitement fondamental du traitement périphérique, en utilisant du *software* pour remplir des tâches périphériques précédemment exécutées par *hardware*. Pour IBM, se lancer dans RISC était trop hasardeux, car cette technique risquait de concurrencer certains de ses produits les plus porteurs.

Toutefois, la compétitivité de SUN et MIPS était autant due à leur capacité d'innovation sociale qu'à leur ingéniosité technologique : ils avaient cassé les règles « normales » de la concurrence. Ils avaient cédé à d'autres des brevets leur appartenant, créant ainsi un « effet d'essaimage » autour d'un projet qui émergeait. Dans ces domaines *high tech* où tout bouge extrêmement vite, il ne sert à rien de s'accrocher à ce qui vous appartient. Sony en a fait l'expérience à son détriment lorsque cette firme s'est fermée le marché de la vidéo en empêchant ses concurrents d'accéder au modèle BETA lui appartenant. Et la raison fondamentale pour laquelle le contrôle par la propriété n'est pas viable est la nature même du changement technologique. Le progrès technologique dans les principales industries de pointe est devenu extrêmement complexe et rapide. Il peut arriver que des innovations technologiques relativement modestes débarquent « par la bande », ou proviennent d'autres horizons du marché, pour éliminer l'avantage concurrentiel des grands joueurs, comme on l'a vu dans les cas d'IBM et de Sony.

De grandes sociétés jouant un rôle pilote ont riposté en adaptant leurs structures au système réseau. Leurs entreprises s'associent à des entités n'appartenant pas à leur structure formelle, partagent contrôle et technologie, et se divisent les marchés. De petites entreprises peuvent trouver place au sein de ces structures ouvertes, et faire preuve de la vivacité de réaction aux demandes dont les organisations les plus grandes sont incapables. Certaines grandes sociétés, comme le géant japonais de l'électronique Kyocera, ont même cherché à se transformer en réseaux ou en conglomérat de petites organisations ; le département de la production de Kyocera a été restructuré en deux cents équipes autogérées et autofinancées, ou « amibes », comme on les appelle, qui peuvent changer leur forme et leur dimension à la demande (12).

Des accords de coopération intègrent désormais les petites sociétés réceptives dans un système d'organisation nouveau et durable (13). Les unités passent contrat les unes avec les autres, et créant de la sorte un quasi-marché interne, elles éliminent le besoin de planification du haut en bas de la production et atteignent un niveau de flexibilité extraordinaire. Le groupe australien Technical and Computer Graphics (TCG) offre un exemple de ce type d'organisation par agglomérat.

TCG est un petit groupe de 24 sociétés basé à Sydney. Il a, au total, un personnel de deux cents employés et un chiffre d'affaires de 43 millions de dollars australiens. Ce réseau ou agglomérat de sociétés a grandi rapidement, pour devenir finalement le premier opérateur de services informatiques du secteur privé d'Australie. TCG a mis au point une forme de contrat commercial entre les membres du groupe et une méthode de développement de la production qui les rend extrêmement flexibles et très réceptifs aux demandes et aux changements du marché. Comme sa structure de base repose sur de petites sociétés très motivées, TCG a pu être fortement innovateur tout en maintenant au plus bas ses coûts structurels (14).

Aujourd'hui, en Australie, qui est un très petit acteur de l'économie mondiale, des données récentes prouvent que les exportations en valeur ajoutée les plus performantes sont le fait de sept cents petites et moyennes entreprises (15). C'est aussi vrai tendanciellement en Grande Bretagne, aux États-Unis, dans certains pays européens et au Japon (16). Si l'on se tourne plus loin, vers l'Asie, on constate que les stratégies à la base de la puissante sphère d'influence commerciale de la Chine reposent sur des PME. Le port d'attache en est particulier : Taiwan, où cette stratégie est soutenue par des organismes publics de R&D. L'objectif est de stimuler les petites industries et de favoriser leur assimilation de technologies de pointe en dix secteurs industriels précis, allant des semi-conducteurs à l'organisation de la santé publique (17). Dans tous les pays d'Asie (que ce soient les « tigres » ou les pays en développement), les PME jouent un rôle extrêmement important dans la formation de la richesse économique nationale : en Indonésie, par exemple, en dépit de la domination apparente de grands trusts, la plus grande part de l'innovation manufacturière réelle qui assure à l'économie indonésienne des niveaux de croissance élevés est due aux petites ou moyennes entreprises (18).

Le marché mondial et les stratégies entrepreneuriales sont donc en train de changer radicalement. La « philosophie » commerciale efficace des années 1990 consiste à s'introduire profondément et intelligemment dans les marchés mondiaux pour y trou-

ver le créneau spécifique que l'entreprise peut occuper avec succès ; et à assimiler rapidement le savoir nécessaire à la production, en temps voulu, du produit conforme à la demande et de bonne qualité. La condition indispensable de la réussite réside donc dans des liaisons efficaces, susceptibles d'activer les flux rapides d'information technique et sociale ; et dans la capacité d'innover, qui permet d'en tirer le parti le plus efficace.

Le nouvel ordre technologique et scientifique

Pour tirer avantage de ces changements mondiaux, il est essentiel de comprendre ce que sont la technologie et le transfert de technologies. Selon l'ancienne doctrine « mercantiliste », la compétitivité dépendait de la *propriété* des connaissances mises en œuvre. On croyait que la capacité technologique consistait à s'approprier un savoir scientifique et technique codifié. Cette évaluation n'a plus cours. La compétitivité économique repose de plus en plus sur la production d'un savoir technologique complexe et multiforme. On revient au sens grec initial, où technologie signifie « discours savant » sur les arts appliqués. Ce sens est profondément enraciné dans la société grecque antique, qui mettait l'accent sur une vision du monde que les gens façonnent, transforment, et apprennent à connaître (19). Jusqu'il y a peu, l'importance du facteur humain dans la connaissance technologique était par trop sous-estimée.

Nous assistons maintenant, jusque dans la pratique commerciale à la redécouverte de l'engagement humain dans la technique et le développement. Il est clair que la technologie est spécifique selon les entreprises. L'aptitude technologique est, pour une large part, un savoir tacite (donc incodifiable) dérivé de l'expérimentation, de l'erreur, de l'apprentissage, plus que d'une application systématique des connaissances scientifiques. Le développement technologique est par nature cumulatif, issu en grande partie de la pratique – « apprendre en faisant » – alors que la recherche est localisée (20). S'il y a transfert, les individus et leurs aptitudes sont à son cœur. L'entreprise locale a aussi besoin d'une organisation *sociale* efficace, pour acquérir la connaissance technique et l'appliquer rapidement à la demande sociale.

Au cours de ces dix dernières années, la construction d'avantages technologiques s'est faite dans le contexte dangereux de changements de la connaissance scientifique dans sa nature même. Sous le stimulus d'un marché de plus en plus avide de percées scientifiques décisives, le rythme et le mode de la création se sont rapidement transformés.

La nouvelle connaissance scientifique est portée par une dynamique de complexité et de pluralité. J'entends par là que non seulement il faut faire appel à plus d'une discipline scientifique pour résoudre un problème, mais aussi à différentes espèces de connaissances, à la fois explicites et tacites, touchant à la production, aux paramètres du marché, à l'importation d'idées provenant d'autres champs, d'autres discours. Désormais, dans de nombreux domaines scientifiques, vouloir distinguer la recherche fondamentale de la recherche appliquée n'a pratiquement plus de sens, puisque le problème relevant de la recherche fondamentale est induit par des intérêts et des paramètres qui sont du ressort de l'application industrielle (par exemple en biotechnologie et en électronique) (21). Pour une petite société innovatrice, l'adaptation à des besoins

spécifiques d'une pluralité d'informations complexes, et la traduction rapide et fidèle de messages est d'importance cruciale. Son avantage réside dans la réponse efficace et quasi immédiate de ses ressources et de ces relations. La même dynamique semble animer l'avant-garde de l'entreprise scientifique, également complexe et plurale.

Notre travail au Centre for Research Policy nous a, par exemple, permis de repérer quelques manifestations de cette dynamique :

- Les disciplines semblent de moins en moins structurer les champs de la recherche. La majeure partie des résultats est désormais publiée sans tenir compte de leurs frontières. Une étude sur la production des chercheurs australiens (répertoriée dans la base de données ISI) a permis à Paul Bourke et Linda Butler de démontrer que 65% des travaux du département de physique et des sciences de la terre sont publiés hors des revues spécialisées dans ces domaines, 77% de celles en science de l'information le sont hors du champ strict dit des « sciences de l'information », et même 56% des mathématiciens publient leurs travaux dans des revues non mathématiques (22). Des résultats similaires ont été obtenus lors d'une enquête menée par le Centre for Research Policy sur l'ensemble des publications universitaires australiennes de l'année 1991 : pour ne citer que trois exemples, les publications de psychologues couvraient 49 domaines disciplinaires, celles des cliniciens 43, et celles des biologistes 38 (23) (24).
- Les relations directes se révèlent d'importance cruciale dans les domaines les plus pointus de la recherche. Dans le cas de la technologie des membranes intelligentes, on voit, par exemple, émerger et s'éparpiller les réseaux, un peu comme le font les « systèmes auto-organisés » décrits dans la « théorie du chaos ». Réseaux et rapidité de la communication sont liés. Le temps de réaction à de nouvelles idées et de nouvelles données dans un groupe international de chercheurs informaticiens que nous avons capté ne dépassait pas dix minutes. En physique, il existe désormais une série de bulletins électroniques (tels que le HEP-TH, *high energy physics – theory*) qui sont les moyens principaux de communication directe des résultats (hors arbitrage des pairs) (25). Rapidité et réseaux se renforcent l'un l'autre. La complexité des informations à gérer est telle qu'il y faut des équipes pluridisciplinaires, dont l'efficacité est fonction de la petite taille : cinq à douze membres (26).

L'immédiateté de la communication est de telle importance que, là où recherche de pointe et entreprise innovatrice sont liées, « le jeu ressemble plus à un match de basket-ball qu'à une course de relais » (c'est une expression de Michael Gibbons, directeur de la Science Policy Research Unit à l'université du Sussex) (27). Traditionnellement, on considère que la recherche fondamentale peut conduire à la recherche appliquée, et de là au développement et à la richesse économique, l'« idée » étant passée comme le témoin dans une course de relais. Le nouvel ordre scientifique implique, au contraire, de nombreux acteurs à la fois : chercheurs, entreprises, universités, gouvernements, etc. La recherche fondamentale est souvent induite par des recherches appliquées très spécialisées ; et la plus grande part de la recherche de pointe est collective et pluridisciplinaire. Dans le nouvel ordre scientifique, ce qui compte c'est le réseau et l'immédiateté : être là ! (28).

Capter la dynamique de base du nouvel ordre technologique dans les pays en développement

Les années 1990 ont marqué l'arrivée d'un nouvel ordre dans la compétition économique et technologique nationale. Les politiques de S&T des pays en développement doivent le prendre en compte afin de capitaliser sur la vigoureuse croissance économique que leur avaient offerte les années 1980. Alors que de nombreux gouvernements ont les yeux fixés sur le succès des « tigres » d'Asie, leur expérience est une leçon du passé. Elle ne vaut pas nécessairement pour l'avenir. Il s'agit de s'adapter au monde tel qu'il change.

Les principes clés d'une politique de S&T pour les années qui viennent sont les suivants.

Combiner deux capacités, technologique et sociale

Dans le nouvel ordre économique et technologique, l'acquisition d'un avantage compétitif passe forcément par un accroissement de la compétence scientifique et technologique. C'est déjà la base de nombreuses stratégies de développement de S&T dans les pays en développement (particulièrement en Asie). Ce qui manque souvent, c'est la combinaison de cette compétence technologique avec la culture et la capacité d'organisation. Les pays en développement feraient donc bien de veiller à leur système d'éducation et de chercher à élaborer des programmes de S&T mieux informés socialement, pluridisciplinaires et collectifs.

Parallèlement, il convient de reconnaître que dans de nombreux pays en développement, alors même que de grands efforts sont engagés pour développer les ressources humaines dans de nouveaux domaines de science et technologie, les établissements capables de faire épanouir leurs talents font souvent gravement défaut. Si les institutions ne sont pas capables de les absorber, les investissements, quelles que soient leur importance, destinés à financer des projets de *high tech* dans des secteurs industriels seront stériles. Si j'en crois mon expérience, ce qui apparaît en surface comme de la recherche en technologie de pointe peut se révéler tout autre dans la pratique. La biotechnologie en offre un exemple. Dans un certain nombre de pays asiatiques que je connais bien, la recherche en biotechnologie est en fait toute liée à programmes et des intérêts agricoles et non agro-industriels, alors même qu'elle prétend viser des objectifs industriels *high tech*. La raison en est que les institutions de recherche et les mentalités n'ont pas changé.

Pour se donner de nouvelles forces, il faut construire des capacités institutionnelles, des équipes, des compétences organisationnelles, et ne pas se contenter de former des hommes (29).

Articuler les deux niveaux, public et privé, dans les systèmes d'innovation

Pour se doter d'une force nationale d'innovation il faut articuler les besoins du secteur privé avec une régulation d'État, en assurant un flux à double sens de personnel et d'information entre les deux secteurs, public et privé, et en créant une infrastructure appropriée au développement de l'innovation industrielle. Chris Freeman observe :

« Le rythme du changement technique en toutes nations et l'efficacité des sociétés dans la compétition mondiale... dépendent de la façon dont les ressources disponibles sont gérées aux deux niveaux, de l'entreprise et du pays. » (30)

Margaret Sharp et Ilaria Galimberti, poursuivant les travaux de Freeman dans le cas particulier des entreprises européennes de biotechnologie, arrivent à la même conclusion, celle d'une interdépendance des deux systèmes :

« Le développement de la biotechnologie exige des relations de proximité entre les activités de développement-production et certaines institutions régulatrices hors entreprise. Aussi longtemps que cette proximité a existé, par exemple, en Grande Bretagne entre ICI et sa base universitaire, la diffusion a progressé de façon stable. Quand une telle relation n'existe pas ou se rompt, comme il est arrivé entre Bayer ou Ciba Geigy et le cadre régulateur en Allemagne et en Suisse, nous voyons les sociétés transférer leurs activités de R&D et de production à l'étranger. » (31)

Il est important de fixer pour priorité aux rares ressources de R&D de soutenir l'industrie (ce qui n'est pas la même chose que transférer de la technologie commercialisable à l'industrie). Il l'est aussi de surmonter les défiances entre les structures institutionnelles à l'intérieur du système national d'innovation (32). Il faut ici rappeler que les solutions qui conviendront à un pays en développement ne sont pas forcément les mêmes que pour un autre. Le développement de réseaux, la sortie des frontières institutionnelles, l'innovation sociale... sont des processus culturels. Il faut en forger l'esprit. On ne peut pas les transplanter d'un environnement culturel totalement étranger.

Mobilité et réseaux personnels

Il n'est plus possible de penser, soulignons-le encore, que des transferts de paquets technologiques puissent servir durablement la croissance économique. Ce qui compte aujourd'hui c'est le transfert à la fois de connaissances technologiques incluses dans des machines, des artefacts, etc. et celui de compétences non codifiées, incorporées dans les personnes. On a désormais la preuve que le passage de la recherche de secteur public à la commercialisation par le secteur privé est soumis à cette même dynamique : le mouvement des personnes, et la mise en place de vastes réseaux personnels. Une récente enquête de Richard Nelson, faite auprès des directeurs de R&D de plus de six cents sociétés industrielles des États-Unis, a montré que le quart seulement des contributions les plus importantes de la recherche académique au développement technologique se présentait sous la forme de connaissances codifiées (c'est-à-dire de brevets, machines, articles, etc.). Ces transferts de connaissances codifiées provenaient en général de disciplines plutôt appliquées comme les sciences informatiques, les sciences des matériaux ou de la métallurgie ; ils débouchaient dans un très petit nombre d'industries. En revanche, les trois quarts de compétences et de connaissances non codifiées utiles étaient issus d'un éventail plus large de disciplines et leur impact était beaucoup plus fort (33). Les sciences les plus sophistiquées sont soumises à une dynamique similaire : se tenir à distance et se contenter des publications c'est s'y condamner à l'obsolescence. Aujourd'hui, la partie se joue autour de la rapidité et des réseaux person-

nels. Ce qui compte c'est la mobilité des personnes. C'est grâce à elle que se produiront les fuites génératrices d'avantages par delà les frontières ; en employant les mécanismes adéquats, n'importe quel pays peu désormais profiter librement des progrès de la recherche des autres.

Les stratégies technologiques des pays en développement doivent donc mettre l'accent sur le mouvement des personnes et le développement des réseaux, transnationalement dans les projets scientifiques et technologiques, et nationalement dans les relations entre recherche de secteur public et commercialisation privée. Nos travaux en Australie montrent en outre qu'on court à l'échec si on veut diriger plutôt que soutenir les relations personnelles (34).

Il s'ensuit que les pays en développement peuvent considérer le « *brain drain* » de leurs meilleurs personnels de S&T sous un nouvel angle. En travaillant dans des laboratoires et des entreprises aux avant-postes de la nouvelle S&T, ces personnes, une fois de retour dans leur pays d'origine, peuvent jouer un rôle considérable en matière de transferts de connaissance. Plutôt que de chercher à les récupérer et à les garder en permanence, les politiques de S&T des pays en développement devraient au contraire essayer de tirer profit de leur va-et-vient entre contexte national et international, et former sur place du personnel de remplacement.

Un rôle nouveau pour les systèmes nationaux de recherche

Il faut donner une nouvelle perspective aux systèmes de recherche nationaux. Un des buts est d'accroître l'activité de recherche du secteur privé. Étant donné le niveau très bas de la S&T dans l'industrie des pays en développement, et l'attrait fragile des incitations proposées, cet objectif peut paraître irréaliste. Dans un pays en développement, la recherche de secteur public continuera probablement toujours à jouer un rôle dominant dans le développement économique. Toutefois, elle jouera mieux ce rôle si elle ne recherche pas à transférer des produits commerciaux tout prêts du secteur public au secteur privé. Elle réussira mieux si elle stimule la tendance à « apprendre en faisant » et les capacités innovatrices, sociales et technologiques, au sein du secteur privé. La recherche la plus convaincante est celle dont le secteur privé est partie prenante dès le départ, et non pas celle qui lui est offerte en fin de course, comme un paquet clos (35). Dans la plupart des pays en développement, cela exige de se débarrasser des vieux modèles de relations défiantes entre secteurs public et privé (avec les valeurs qu'y attachent les uns et les autres) (36). Ces vieux modèles croient d'ailleurs copier des pratiques observées en Europe ou aux États-Unis, en oubliant que la caractéristique principale des pays développés est que le marché y dispose vraisemblablement des ressources technologiques lui permettant d'absorber les produits de la recherche du secteur public (37). Là encore, les nouveaux modèles exigent la mobilité des individus et la mise en réseau des secteurs public et privé, afin de créer un tissu de relations influençant les choix de recherche, les perspectives industrielles, les programmes d'études, la négociation de contrats et de primes d'expertise, etc.

Appui aux petites et moyennes entreprises (PME)

Le marché mondial offre désormais de nouvelles opportunités au petit joueur : petites entreprises de petits pays. La clé pour capitaliser sur cet avantage est de promouvoir les PME innovatrices qui peuvent pénétrer profondément et efficacement au cœur des marchés éloignés, tout en s'emparant de connaissances technologiques par relations directes. Cela suppose de développer les liens entre les PME et des ressources nationales génératrices de connaissances. Ces liens sont malheureusement souvent très lâches dans les pays en développement. Les deux côtés, secteur privé et secteur public, en sont responsables. Le niveau de formation professionnelle est très bas dans de nombreuses PME ; leurs stratégies technologiques consistent la plupart du temps à ouvrir des « boîtes » technologiques fermées, plutôt qu'à choisir, déconstruire, adapter, améliorer et « apprendre en faisant ». Ce manque de dynamisme dans l'apprentissage d'un côté et la médiocrité de la formation technique dans le secteur public de l'autre, devraient inspirer les priorités des politiques de S&T des pays en développement et y trouver leur correctif.

Les domaines clés de la coopération régionale

Il faut admettre que les nouveaux pays industriels asiatiques, phares pour de nombreux autres pays en développement, connaissent aussi des insuffisances qui s'opposent à leur développement durable. Deux des plus importantes concernent la protection de l'environnement, menacé par le développement industriel, et les normes de qualité.

Certains ont mis les problèmes d'environnement à l'ordre du jour de leurs plans nationaux d'action : non par altruisme à l'égard des voisins (alors qu'ils sont témoins de la pollution créée par les pays les plus développés, qui cherchent maintenant à la restreindre chez de moins pollués qu'eux), mais par pragmatisme. Les succès économiques ont réhabilité le souhait d'un bon genre de vie : les questions d'environnement font désormais partie du calendrier politique. En outre, les normes et labels actuellement élaborés (et souvent mis en application dans les pays de l'OCDE, en particulier, les 14 000 nouvelles normes d'environnement ISO) rendent possible le boycott commercial des industries polluantes. La protection de l'environnement constitue donc un domaine où la collaboration S&T entre pays développés et régions en développement pourrait prendre un essor marqué (38).

Le succès même du développement pose le problème des normes de qualité. Il met à rude épreuve certains secteurs qui ne sont pas à la flèche de la croissance économique. L'introduction de moyens de production sophistiqués dans une industrie établie provoque fréquemment l'élimination des fournisseurs existants, l'écart entre la qualité fournie et les normes techniques devenant trop important (39). Il faut donc étudier la question des normes et contrôles de qualité dans l'ensemble du tissu économique du pays, bien au-delà des secteurs industriels de S&T avancée. C'est d'une importance décisive pour maintenir la cohésion de l'économie et garantir la retombée de richesses, derrière le front des entreprises qui gagnent en niveau techno-scientifique dans le cadre de l'économie mondiale. C'est encore un domaine prometteur de coopérations scientifiques et techniques entre pays développés et régions en développement.

Conclusion

Revenons au contexte mondial, qui inspire ces principes de politique S&T pour pays en développement. C'est un contexte évolutif. Les pays en développement doivent se doter de capacités de « surveillance de l'horizon » extrêmement aiguës pour être sûrs que la détermination et la largeur de vues dont témoignent leurs plans quinquennaux - ou de plus longue durée - ne se perdent pas en chemin par la faute d'objectifs inflexibles élaborés dans la perspective d'un modèle mondial de S&T obsolète. Il est douteux que qui que ce soit ait été à même, il y a dix ans, de prévoir les directions de la dynamique techno-scientifique actuelle dans le monde. C'est pourquoi la « surveillance de l'horizon » doit être un exercice ininterrompu. C'est une tâche d'importance considérable que les pays en développement feraient bien d'aborder ensemble. Les pays avancés de l'OCDE risquent de contempler ces mêmes horizons à travers des filtres économiques et de planification différents. Au cours d'une conférence mondiale sur les indicateurs de S&T qui s'est récemment tenue en Australie (40), les perspectives des pays membres de l'OCDE et des représentants des pays asiatiques non membres de l'OCDE se sont révélées fondamentalement différentes : pour les premiers, elles portaient principalement sur l'innovation, la création d'un changement technologique ; pour les pays asiatiques en développement, il s'agissait surtout de s'appropriier les flux de technologies existantes.

Dans le nouveau contexte mondial, il est essentiel de réaliser que l'unité de compte de l'avantage compétitif mondial a changé : c'est ce que formule Robert Reich dans la citation placée en exergue de ce chapitre. La priorité va désormais à la production de hautes valeurs ajoutées dans le cadre d'entités économiques mondiales intégrées en réseaux. La propriété technologique est donc en soi secondaire, c'est l'acquisition de connaissances de S&T extrêmement mobiles qui compte. Les principes qui doivent régir les politiques de S&T sont donc entièrement nouveaux. Ils sont axés sur le développement de flux de personnes, et sur l'intégration du progrès S&T national à des stratégies sociales et organisationnelles cohérentes avec lui. Le mot clé est LIEN, au niveau de l'institution, au niveau national, au niveau international.

Contre les pays en développement sont liguées des forces puissantes, au Japon, aux États-Unis, en Europe : elles ont elles-mêmes créé des liens de S&T transnationaux et hautement compétitifs. Pour trouver prise, face à cette puissance multinationale, les pays en développement, à l'intérieur de leurs propres frontières ou régionalement, seraient bien inspirés de repérer des niches avantageuses, et de forger des liens solides entre eux, capables de les mettre régionalement dans ces domaines en bonne position au sein de l'économie mondiale de la connaissance. Ils pourraient en ce sens s'inspirer du programme européen ESPRIT (European Strategic Program for Research in Information Technology), modelé sur l'initiative japonaise VSLI (Very Large Scale Integration), vise à développer une recherche coopérative et précompétitive, générique (c'est-à-dire applicable transsectoriellement), menée conjointement par des entreprises privées et des instituts de recherche publics. Actuellement 3,7 milliards d'ECU ont été engagés. De son côté, le programme européen EUREKA est probablement plus adapté aux relations intergouvernementales plus lâches, prévalant dans les pays du Sud. Lancé en 1985 par le président Mitterrand comme une contre-offensive

européenne à l'initiative américaine Star Wars et destiné à stopper la fuite à l'étranger des scientifiques et techniciens les plus qualifiés en ce domaine, Eurêka est devenu un programme-cadre servant à encourager la collaboration inter-entreprises. A la différence d'ESPRIT, le programme n'a pas de financement central ; à la place, les projets sont évalués et « labélisés », après vérification de la validité des collaborations proposées ; grâce à quoi, ils sont qualifiés pour obtenir des gouvernements nationaux des financements d'appui à leur R&D. Eurêka, avec des financements d'un montant global de 8,84 milliards d'ECU jusqu'à septembre 1992, est devenu le cadre d'accueil de plusieurs projets européens majeurs combinant financements privés et publics : citons, entre autres projets de ce genre, la « voiture intelligente », la télévision haute définition, la nouvelle génération de semi-conducteurs (41).

Pour conclure, il convient de noter que la capitalisation des flux de connaissances à travers le monde fait maintenant l'objet d'une intense compétition. L'entrée dans cette bataille suppose d'audacieuses coopérations privées internationales, et le soutien de politiques locales développant l'infrastructure nationale de S&T, appuyant la formation d'agglomérats industriels et d'alliances stratégiques. La compétition sur la scène mondiale est renforcée par de bonnes collaborations à l'étranger, mais la bataille est dure aux avant-postes. Comme l'observe Michael Porter, la capacité compétitive mondiale suit d'aptitudes compétitives aiguisées chez soi (42). Les pays en développement doivent intégrer leurs stratégies de S&T à des politiques économiques stimulant la concurrence intérieure. C'est la condition pour que s'améliorent leurs capacités organisationnelles, distinctes des capacités technologiques (43).

Traduit par Françoise Arvanitis et Roland Waast



NOTES BIBLIOGRAPHIQUES

- 1) Robert Reich, *The Work of Nations*, Knopf, New York, 1991, p. 301.
- 2) Margaret Sharp, « The Policy Agenda: Challenges for the New Europe », in *The European Review* (à paraître), 1994 (p. 26 de l'avant-projet).
- 3) OCDE, *Technology and the Economy: The Key Relationships*, OCDE, Paris, 1992.
- 4) Commission de la Communauté européenne, *The European Electronics and Information Technology Industry: State of Play, Issues at Stake and Proposals for Action*, Bruxelles, SEC, 1991.
- 5) Stephen Hill, Antony Marsh, John Merson and Falatehan Siregar, « Science and Technology: Partnerships in Development », Chapitre 6 in Department of Foreign Affairs and Trade (East Asia Analytical Unit), *Australia and Indonesia into the 21st Century: Future Economic Relations*, Canberra, Australian Government Publishing Service, 1994, pp. 231-61.
- 6) Michael Porter, *The Competitive Advantage of Nations*, New York, Free Press, 1990, pp. 53-4.
- 7) Margaret Sharp, *op. cit.*, p. 24.
- 8) Denis Simon, cité in *Japan Seeks Control of Asian Tech Markets*, Scitech, May, 1993, p. 13.
- 9) Australian Manufacturing Council, *Emerging Exporters – Australia's High Value-Added Manufacturing Exporter*, Australian Manufacturing Council, Melbourne, June, 1993.
- 10) Rapport du Dr Robert Richie, directeur, University Affairs, Hewlett Packard, Third International Conference on Academic Industry Relations, « Academic-Industry Relations and Industrial Policy: Regional, National and International Issues », New York, May 1-2, 1993
- 11) David Mowery, « The Commercialization of RISC: Strategies for the Creation of Dominant Designs », article présenté à la Troisième conférence internationale des recherches sur les politiques scientifiques et techniques. *New Perspectives on Global Science and Technology Policy*, Oiso, Japan, March, 1992.
- 12) Stephen Hill *et al.*, *op. cit.*
- 13) John Mathews, « TCG: Sustainable Economic Organisation through Networking », *Studies in Organisational Analysis and Innovation*, Number 7, University of New South Wales, Kensington, IRRC, 1992.
- 14) Stephen Hill *et al.*, *op. cit.*
- 15) Australian Manufacturing Council, *op. cit.*
- 16) W. Sengenberger, G. Loveman & M. Piore, *The Re-emergence of Small Enterprises: Industrial Restructuring in Industrial Countries*, International Institute of Labour Studies, Geneva, 1990.
- 17) Robert Wade, *Governing the Market: Economic Theory and the Role of Government in East Asian Industrialisation*, Princeton University Press, Princeton, NJ, 1990, pp. 107-8.
- 18) Anne Booth, " Introduction ", pp. 34-5, & Hal Hill, " Manufacturing Industry ", pp. 244-9, in Anne Booth (ed.), *The Oil Boom and After: Indonesian Economic Policy and Performance in the Soeharto Era*, Oxford University Press, Singapore, 1992.
- 19) Stephen Hill, *The Tragedy of Technology - Human Liberation versus Domination in the Late Twentieth Century*, Pluto Press, London, 1988, pp. 37-8.
- 20) Margaret Sharp & Keith Pavitt, « Technology Policy in the 1990s: Old Trends and New Realities », *Journal of Common Market Studies*, Vol. 31, n° 2, June, 1993, p. 130.
- 21) Stephen Hill, « Visions of the 1990s, New Perspectives on Global Science and Technology Policy », in S. Okamura, F. Sakauchi & I. Nonaka (eds.), *Science and Technology Policy Research, New Perspectives on Global Science and Technology Policy*, MITA Press, Tokyo, 1993, pp. 413-33.
- 22) Paul Bourke & Linda Butler, « Mapping Scientific Research in Universities: Departments and Fields », Performance Indicators Project, Occasional Paper N° 1, Australian National University, Research School of Social Sciences, October, 1993.

- 23) National Board of Employment, Education and Training, Quantitative Indicators of Academic Research, Commissioned Report N° 27, A Report of the Board prepared by the Centre for Research Policy, Australian Government Publishing Service, Canberra, April, 1994.
- 24) On trouvera une très riche source de dossiers sur les centres de recherche en Australie dans : Research Concentration in Australian Higher Education Institutions, Centre for Research Policy, University of Wollongong, December, 1993 ; Centre for Research Policy Research Report N° 7, Concentration and Collaboration : Research Centres in the Australian Research System: A Report on the Status, Activities and Concentration of Research Centres in Australian Universities, Centre for Research Policy, University of Wollongong, September, 1992. Voir la synthèse dans : Stephen Hill & Tim Turpin, « The Formation of Research Centres in the Australian University System », *Science and Technology Policy*, Vol. 6, N° 5, 1993, pp. 7-13.
- 25) Gary Taubes, « Publication by Electronic Mail Takes Physics by Storm », *Science*, Vol. 259, February, 1993, pp. 1247-8.
- 26) Ben Martin, « Recent Trends in the Output and Impact of British Science », *Science and Public Policy*, Vol. 17, N° 1, 1990, pp. 14-26 ; Ron Johnston, John Currie, Lyn Grigg, Ben Martin *et al.*, The Effects of Resource Concentration on Research Performance, National Board of Employment, Education and Training Commissioned Report N° 25, November, 1993.
- 27) Michael Gibbons, « The Role of Science Studies and the Social Sciences in Academic-Industry Relations », article présenté à la Conférence on Academic-Industry Relations and Industrial Policy: Regional, National, and International Issues, New York, State University of New York, 1-2 May, 1993.
- 28) Stephen Hill, « Being There: The Importance of Innovation in Changing World Markets », Keynote Address presented to IIR Conferences, Research and Development, Sydney, 1-2 September, 1993 (available from the Centre for Research Policy).
- 29) Stephen Hill, « Creativity and Capture: Organizing for the Commercial Application of Science and Technology », *Journal of the National Science Council of Sri Lanka*, Vol. 20, N° 2, 1992, pp. 173-9.
- 30) Chris Freeman, *Technology Policy and Economic Performance*, Pinter Press, London, 1987, p. 3.
- 31) Margaret Sharp and Iaria Galimberti, « Coherence and Diversity: Europe's Chemical Giants and the Assimilation of Biotechnology », STEEP Discussion Paper N° 5, Science Policy Research Unit, Sussex, July, 1993, p. 65.
- 32) National Board of Employment, Education and Training, Crossing Innovation Boundaries: The Formation and Maintenance of Research Links between Industry and Universities in Australia, Commissioned Report N° 26, A Report of the Board prepared by the Centre for Research Policy and Sultech, Australian Government Publishing Service, Canberra, November, 1993.
- 33) Richard Nelson, *Understanding Technical Change as an Evolutionary Process*, Amsterdam, North-Holland, 1987.
- 34) National Board of Employment, Education and Training, Crossing Innovation Boundaries, *op. cit.*
- 35) Rigas Arvanitis, *De la recherche au développement. Les politiques et pratiques professionnelles de la recherche appliquée au Venezuela*. Thèse de doctorat, Université Paris 7, 1990.
- 36) Carlos Ominami, « Choix des politiques technologiques : une nouvelle optique », volume 6 de cette collection.
- 37) Stephen Hill, « Basic Design Principles for National Research in Developing Countries », *Technology in Society*, Vol. 9, N° 1, 1987, pp. 63-73.
- 38) Stephen Hill, Antony Marsh, John Merson and Falatehan Siregar, *op. cit.*
- 39) Stephen Hill, « Eighteen Cases of Technology Transfer to Asia/Pacific Countries », *Science and Public Policy*, Vol. 13, N° 3, 1986, pp. 162-169.
- 40) « Measuring Research and Innovation for Policy Purposes », International Symposium hosted by Australia, OECD Group of National Experts on Science and Technology (NESTI) and experts from STEPAN, the Unesco-based Science and Technology Policy Asian Network, Canberra, Australia, 20-22 April, 1994.

41) Margaret Sharp, *op. cit.*, p. 13.

42) Michael Porter, *op. cit.*

43) Voir à ce sujet Margaret Sharp & Keith Pavitt, *op. cit.*, pp. 139-43.



**LES SCIENCES HORS D'OCCIDENT
AU XX^e SIÈCLE**

**SÉRIE SOUS LA DIRECTION
DE ROLAND WAAST**



VOLUME 5

**SCIENCES
ET
DÉVELOPPEMENT**

MARTINE BARRÈRE
ÉDITEUR SCIENTIFIQUE

CRISTOM
éditions

**LES SCIENCES HORS D'OCCIDENT
AU XX^e SIÈCLE**

20TH CENTURY SCIENCES:
BEYOND THE METROPOLIS

**SÉRIE SOUS LA DIRECTION
DE ROLAND WAAST**

VOLUME 5

**SCIENCES
ET
DÉVELOPPEMENT**

SCIENCES AND DEVELOPMENT

MARTINE BARRÈRE
ÉDITEUR SCIENTIFIQUE

ORSTOM Éditions

L'INSTITUT FRANÇAIS DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE POUR LE DÉVELOPPEMENT EN COOPÉRATION
PARIS 1996