

La biotechnologie en Amérique latine

Jorge Niosi *

Résumé

La pensée sur le développement économique se tourne de plus en plus vers les institutions comme facteur (ou comme obstacle) à la croissance. Les institutions reliées à la recherche sont de plus en plus au centre des études. Les données montrent que, contrairement au Sud-Est asiatique, l'Amérique Latine a négligé les institutions qui lui auraient permis de rompre sa dépendance chronique par rapport aux ressources naturelles. Le cas de la biotechnologie est fort illustratif. Les institutions nécessaires étaient les universités de recherche, les laboratoires de l'État, la protection de la propriété intellectuelle, la formation de capital humain de haut niveau. Ces conditions institutionnelles n'étant pas présentes, la région se laisse distancer par les pays du Sud-Est asiatique.

Institutions, développement économique et changement institutionnel

La pensée sur le développement économique s'est formée depuis une cinquantaine d'années et elle a subi des changements majeurs à plusieurs reprises. Les années 1950 ont été cruciales grâce aux contributions des futurs Prix Nobel Gunnar Myrdal et Robert Solow. Myrdal a contribué avec son fameux cercle vicieux de la

pauvreté¹. Les pays sous-développés sont pauvres parce qu'ils sont peu éduqués; la pauvreté engendre ainsi une faible productivité et une santé déficiente, ce qui à son tour renforce la pauvreté. Les deux régions qui traînent dans la course actuelle au développement économique (l'Afrique et l'Amérique Latine) montrent bien les symptômes de ce cercle vicieux. Solow a montré avec des données sans faille que la technologie était le principal facteur de développement économique, et non les investissements en capital ou l'addition de main-d'œuvre, comme la pensée traditionnelle l'avait fait croire². Pendant trente ans après ces deux contributions capitales, la pensée économique a essayé sans trop de succès de raffiner ces concepts. On a essayé de mesurer ce qui, dans la technologie, était l'élément décisif. Tour à tour on a avancé la main-d'œuvre scientifique et technique, la dépense en Recherche et Développement (R&D), l'adoption d'outillages incorporant la nouvelle technologie. Ces variables – que l'on a résumées sous le terme de

* Professeur, Département de Management et technologie, UQAM. Titulaire de la Chaire de recherche du Canada en gestion de la technologie.

¹ Myrdal, G.(1957): "Economic Theory and Underdeveloped Regions, Londres, Duckworth.

² Solow, R. (1956): "A Contribution to the Theory of Economic Growth", *Quarterly Journal of Economics*, 70: 65-94.

« productivité totale des facteurs » - n'ont pas réussi à donner à des résultats satisfaisants. La raison : tous ces éléments sont tellement corrélés qu'il est difficile de les séparer; c'est ce que l'on appelle « colinéarité » des variables. En d'autres mots, les pays riches, et ceux qui se développent rapidement (la Corée, la Chine, Taiwan, et maintenant l'Inde) investissent dans tous ces éléments à la fois : ils augmentent leur dépense en R&D, en éducation supérieure surtout scientifique et technique, incitent les entreprises à faire de la recherche, et importent des technologies nouvelles. Inversement, les pays qui stagnent, quel que soit leur revenu par habitant, négligent tous ces facteurs³. Le grand expert américain du développement économique, Moises Abramovitz a pu dire que la productivité totale des facteurs n'est en somme que la mesure de notre ignorance⁴.

Au cours des années 1980 plusieurs changements majeurs se sont produits dans la pensée sur le développement économique. Douglass North, Prix Nobel d'Économie, a réintroduit les institutions⁵. Selon North, ce qui nourrit, ou qui empêche, le développement de la science et de la technologie, ce sont les institutions. Par institutions, il entend surtout les grandes institutions nationales, comme les lois et les réglementations. C'était un pas en avant. Parallèlement, trois chercheurs ont lancé le concept de système national d'innovation. Pour Christopher Freeman en Angleterre, Bengt-Ake Lundvall au Danemark, et Richard Nelson aux États-Unis, ce sont les institutions en rapport direct avec la science, la technologie et l'innovation qui comptent le plus. Il faut regarder la façon dont sont financés et organisés les universités, les laboratoires de l'État et les entreprises innovantes, celles qui font de la R&D. Il

faut aussi voir à ce que les politiques publiques, qui sont censées stimuler la recherche universitaire et la R&D publiques et privées, soient présentes d'abord, et qu'elles accomplissent leur mission ensuite.

À titre d'exemple, le Canada a quelque 80 universités dont au moins la moitié sont des universités de recherche (elles octroient des diplômes de 2^e et de 3^e cycle). La transformation des universités de premier cycle en universités de recherche s'est fait dans les années 1960 à 1990 grâce à la création des trois conseils subventionnaires (CRSH, CRSNG et CRM)⁶. Auparavant, seules quelques universités avaient des programmes de 2^e et de 3^e cycle, niveaux d'études où la recherche universitaire est concentrée⁷. Par ailleurs, plus de cent laboratoires de l'État, surtout fédéraux, ont été créés au Canada depuis la Deuxième Guerre mondiale. Inversement, en Amérique Latine, il n'y a que peu d'universités de recherche, parce que les salaires trop bas empêchent la mise sous contrat de chercheurs de calibre international (voire le retour des diplômés qui demeurent à l'étranger), que les installations de recherche et les bibliothèques universitaires sont trop déficientes. De plus, il n'y a presque pas de système d'encouragement financier à la recherche industrielle pour absorber ces diplômés dans le secteur privé, quoique le Brésil fasse exception à cet égard. Les laboratoires de l'État y sont peu nombreux et mal équipés. Contre quelque 350 politiques d'incitation à la recherche au Canada⁸, la majorité des pays en voie de développement (PVD) de l'Amérique Latine ont au mieux une poignée de politiques d'incitation qui sont peu soutenues et mal approvisionnées.

³ Voir à ce sujet l'excellent numéro spécial sur la science et la technologie dans le monde arabe dans *Nature*, volume 444, Novembre 2006.

⁴ Abramovitz, M. (1991): "Thinking About Growth", Cambridge University Press.

⁵ North, D. (1990): "Institutions, Institutional Change and Economic Performance", Cambridge MA, Cambridge University Press.

⁶ Respectivement, Conseil de recherches en sciences humaines du Canada, Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada et Centre de recherches mathématiques.

⁷ Niosi, J. (2000): "Canada's National System of Innovation", Montreal, McGill-Queen's University Press.

⁸ Niosi, J. et R. Landry (1993): "Les gouvernements et les alliances technologiques", *Gestion*, 18, 10: 32-38.

En somme, les institutions censées promouvoir la production, la diffusion et l'adoption de la science et de la technologie, tout en formant la main-d'œuvre hautement qualifiée, sont peu nombreuses dans les pays en voie de développement et, comme on le verra plus tard, celles qui existent fonctionnent plus ou moins bien. D'où le nouveau cercle vicieux : ces institutions fonctionnent mal parce que peu de professeurs ont une éducation de 3^e cycle; ceux qui l'ont ne s'installent pas dans la région faute d'institutions viables (universités avec des bibliothèques de recherche, des fonds de recherche, des bourses étudiantes), ou ces institutions de recherche n'existent tout simplement pas. Les gens moins scolarisés interviennent peu dans les affaires publiques qu'ils comprennent mal et la politique publique souffre d'un manque de critiques et d'intrants importants.

Ces politiques publiques montrent par ailleurs une caractéristique que l'on a appelée « super-modularité ». Sans le renforcement des autres, chaque politique isolée donne peu de résultats. Ainsi, si un pays décide de former de la main-d'œuvre hautement qualifiée (et c'est le cas de plusieurs pays d'Europe de l'Est) mais néglige les autres politiques, elle risque soit de voir partir ses diplômés qui n'auront pas de demande pour leurs qualifications, soit de les voir occuper des emplois nettement en dessous de leurs habilités. Il faut à la fois qualifier la population (notamment en sciences, y compris en sciences sociales et en technologie) et s'assurer que le secteur public les emploie. Pour y arriver, il faut créer des universités de recherche et des laboratoires publics, il faut inciter les entreprises privées à créer des laboratoires et des centres de recherche pour qu'elles soient en mesure de produire des innovations qui leur assureront une plus forte croissance et un profit élevé et pour qu'elles versent des impôts plus substantiels. Pour s'assurer que les étudiants complètent leurs diplômes, les programmes de bourses et de prêt-bourse sont essentiels. En somme, il faut lancer un

cercle vertueux de croissance et de formation en utilisant plusieurs leviers à la fois, et non seulement ceux de l'éducation et du capital humain. Tous les pays aujourd'hui développés ont mis en place ces systèmes d'incitation, et les pays du Sud-Est asiatique ont commencé récemment à les créer. Le concept de système national d'innovation (SNI) lui-même, avec les politiques qui le conforment, a été adopté dans la majorité des pays avancés au niveau gouvernemental et plusieurs organisations internationales, dont la Banque interaméricaine de développement, tentent d'en promouvoir l'application en Amérique latine.

Cependant, les auteurs ne s'entendent pas concernant la transformation des institutions-clés. Certains prétendent que les institutions du SNI évoluent par elles-mêmes et que la sélection se produit de façon automatique, de manière naturelle⁹. D'autres affirment que l'intervention des pouvoirs publics pourrait la hâter; ces pouvoirs peuvent être aussi bien nationaux, provinciaux que municipaux¹⁰. À titre d'exemple, en Chine, les provinces se font la compétition pour attirer des investissements et des universitaires internationaux de renom, ou pour créer des laboratoires publics d'envergure. En Inde, la ville de Bangalore a lancé, avec le succès que l'on sait, le développement de l'industrie du logiciel et de la biotechnologie, et elle a été imitée par plusieurs autres villes et états du pays. L'auteur de ces lignes se range sans contester dans le deuxième groupe : les pouvoirs publics peuvent intervenir, et historiquement ils l'ont toujours fait en imitant les bonnes institutions des pays voisins. Nos institutions universitaires canadiennes ne ressemblent-elles pas à celles des États-Unis? Le Conseil National

⁹ Nelson, R. et N. Rosenberg (1993): "Technical innovation and national systems", in R. R. Nelson (éd.): *National Innovation Systems*, Oxford, Oxford University Press, pp. 3-22.

¹⁰ Freeman, C. (1987): "Technology Policy and economic Performance", Londres, Pinter; Lundvall, B.-A. (Éd.)(1992): "National Systems of Innovation", London, Pinter.

des Recherches du Canada (CNRC) créé en 1916 ne ressemble-t-il pas au *National Research Council* (NRC) des États-Unis fondé quelques mois plus tôt? Et le *Consejo Superior de Investigaciones Científicas* (CSIC) espagnol, inauguré en 1939, n'a-t-il pas été inspiré du Conseil national de la recherche scientifique (CNRS) français fondé en 1938?

Même si on croit que les institutions peuvent être modifiées par voie législative ou budgétaire, le problème est de savoir comment le faire. Changer des institutions n'est pas facile. Dans le langage de l'administration, ce thème apparaît comme celui de l'inertie, celui de la résistance au changement organisationnel. Les sources de l'inertie peuvent être tout aussi bien le succès attribué à certaines caractéristiques de l'organisation, que le pouvoir et la politique internes¹¹. En économie, Mancur Olson¹² a expliqué certains traits de la logique de l'action collective. Dans ces institutions qui résistent au changement, souvent un groupe réduit et puissant (d'employés, ou d'administrateurs) gagne en tirant profit de l'état de la situation, alors que chaque citoyen y perd un petit peu. Par contre, la coopération de ceux qui perdent, en vue de changer l'état des faits, est presque impossible, parce que les candidats potentiels qui pourraient essayer de changer ces organisations devraient faire un effort individuel énorme et risquer beaucoup, alors que leur gain personnel serait mineur. D'où l'inertie ou, si l'on préfère, le cercle vicieux du sous-développement. Dans les PVD, des groupes particuliers tirent souvent profit des mauvaises performances des institutions. Selon Olson, le déclin des nations arrive lorsque les institutions-clé sont sclérosées

¹¹ Collinson, S. et D. C. Wilson (2006): "Inertia in Japanese Organizations: Knowledge management routines and failure to innovate", *Organization Studies*, 27 (9): 1359-1387.

¹² Olson, M (1965): "The Logic of Collective Action, Public Goods and the Theory of Groups", Cambridge MA, Harvard University Press.

Olson, M (1982): "The Rise and Decline of Nations. Economic Growth, Stagflation and Social Rigidities", New Haven, Yale University Press.

par suite de l'action des cliques au pouvoir tirant profit de l'inertie organisationnelle qui leur procure des avantages.

Les économistes proches de courants institutionnaliste et évolutionniste ont par ailleurs insisté sur le fait que les PVD avaient une fenêtre d'opportunité lors de la naissance des nouvelles technologies, avant que de grandes entreprises n'apparaissent et que les effets des rendements croissants se fassent sentir¹³. Les biotechnologies, la nanotechnologie, comme plusieurs niches de l'industrie du logiciel pour ordinateur ou encore des semi-conducteurs seraient des occasions d'entrée dans le domaine de la haute technologie pour des pays en développement. Des politiques publiques énergiques seraient nécessaires de la part des gouvernements en place pour créer des grandes entreprises locales capables de faire la concurrence aux sociétés de pays avancés. La biotechnologie apparaissait tout indiquée pour fournir à plusieurs pays en développement un secteur moteur dans une technologie aux applications multiples.

La biotechnologie

La biotechnologie est un ensemble de technologies développées depuis les années 1970 à partir des découvertes de Crick et Watson sur la structure de l'ADN. Ces technologies portent sur le génie génétique, les hybridomes et plusieurs autres manipulations de l'ADN. Elles permettent non seulement de remplacer la méthode traditionnelle de l'hybridation pour améliorer les plantes et les animaux à des fins d'agriculture et d'élevage, mais aussi d'accélérer la découverte de médicaments et d'envisager à plus long terme la thérapie génique, le changement des gènes susceptibles d'engendrer des maladies ou de les favoriser. Déjà la majorité des médicaments acceptés par la *Food and Drug Administration* aux États-Unis proviennent

¹³ Perez C. et L. Soete (1988): "Catching-up in technology: Entry barriers and Windows of opportunity", in G. Dosi et al. (Éds.): *Technical Change and Economic Theory*, Londres, Pinter, pp. 458-479.

non pas de la pharmacologie traditionnelle mais de la biotechnologie. Dans les pays avancés, l'industrie pharmaceutique, mais aussi l'agriculture et l'élevage, et les industries environnementales font un usage extensif de la biotechnologie dans leurs recherches. De plus, on a créé près de 5000 entreprises de biotechnologie spécialisées dans le monde, dont quelque 1500 aux États-Unis et 500 au Canada, deux des chefs de file dans ce domaine.

La biotechnologie est un exemple on ne peut plus clair de l'importance des institutions de recherche et de celles qui l'appuient. Au Canada, le gouvernement fédéral a déclaré la biotechnologie une priorité de politique publique au début des années 1980. Pour appuyer ces politiques, il a créé cinq grands laboratoires d'État. Le plus important est situé à Montréal. Il s'agit de l'Institut de recherche en biotechnologie de Montréal, qui a été créé sous l'égide du CNRC, et qui loge plus de 500 chercheurs permanents et invités. Génome Canada a été créé dans les années 1990, pour financer la recherche universitaire. On a aussi créé une panoplie de programmes et d'enveloppes budgétaires dans des institutions, anciennes comme le CRSNG, et nouvelles, comme la Fondation canadienne pour l'innovation. Le résultat a été la multiplication des publications et des brevets canadiens en la matière, tant de la part des universités de recherche comme des laboratoires publics et des entreprises spécialisées en biotechnologie. Une de ces entreprises, Biochem Pharma de Montréal, créée à partir des recherches des Universités McGill et du Québec, a mis au point le médicament le plus utilisé dans le monde contre le SIDA. D'autres entreprises font de nets progrès dans la recherche sur la maladie d'Alzheimer et sur le cancer.

La majorité de ces entreprises spécialisées a été fondée par des chercheurs universitaires et par des diplômés des universités de recherche, tant au Canada qu'aux États-Unis et au Royaume-Uni. Ce fait a permis à plusieurs auteurs de parler du « complexe

université-industrie »¹⁴. En fait la grande majorité des brevets détenus par des institutions d'enseignement supérieur, comme la majorité des entreprises issues des universités et des licences cédées par des universités sont dans le domaine de la biotechnologie de la santé humaine¹⁵. La demande de capital de risque en provenance de ce secteur est à la base de la croissance de l'industrie du capital de risque dans ces trois pays.

La biotechnologie de la santé humaine est de loin celle qui concentre l'immense majorité des fonds et des chercheurs, de même que celle dont les résultats font l'unanimité (qui peut s'opposer la recherche sur le cancer, le SIDA ou les maladies du système cardiovasculaire?). Au Canada, plus de 95% du capital de risque investi en biotechnologie est allé aux entreprises de recherche sur la santé humaine¹⁶.

Aux États-Unis, la recherche est encore mieux financée qu'au Canada par les pouvoirs publics et par les investisseurs privés, et les résultats sont aussi probants, notamment en matière de santé humaine, même si le gouvernement fédéral actuel s'oppose à la recherche sur les cellules souches. Dans le Sud-est asiatique, la concurrence est très serrée entre la Corée du Sud, la Chine, l'Inde, Taiwan et Singapour pour attirer des cerveaux, créer des laboratoires et des programmes d'étude de haut niveau. La Chine et l'Inde comptent sur leur immense population : dans chacun de ces pays, plus de 500 000 personnes par an obtiennent un diplôme universitaire dans des disciplines comme la biologie, la médecine, la pharmacologie et le génie chimique. De plus, selon la *National Science Foundation*, entre 2000 et 2003, plus de 12 000 Chinois ont obtenu un doctorat aux États-Unis en

¹⁴ Kenney, M. (1986): "Biotechnology. The University-Industry Complex", New Haven, Yale University Press.

¹⁵ Mowery, D.C. et al (2001): "The growth of patenting and licensing by U.S. universities: an assessment of the effects of the Bayh-Dole Act of 1980", *Research Policy*, 30-1 : 99-119.

¹⁶ Niosi, J. (2003): J. Niosi: "Alliances are not enough. Explaining rapid growth in Canadian Biotechnology ", *Research Policy*, 32 (5): 737-50.

sciences et en génie, plus de 3000 Indiens, mais moins de 3000 Latino-américains. Même si une partie d'entre eux restent aux États-Unis, plusieurs milliers d'Asiatiques retournent dans leur pays d'origine pour s'engager dans les nouvelles institutions publiques et privées abondamment subventionnées par l'État. Le gouvernement de Singapour a créé récemment un programme de 1,7 milliards de dollars US pour avancer rapidement dans la biotechnologie et il a réussi à décrocher plusieurs grands noms des universités américaines, européennes et japonaises. À coup sûr, plusieurs des découvertes de nouveaux médicaments qui seront inventés et développés dans le Sud-est asiatique dans les années à venir seront imputables à ce genre d'initiative. Dans cette région du monde, le cercle vicieux a été rompu et nous assistons maintenant à l'émergence de plusieurs cercles vertueux. Les chercheurs retournent parce qu'il y a des institutions de recherche dignes de ce nom, ce qui attire à son tour les investisseurs et renforce la crédibilité des nouvelles institutions. Ce qui est fascinant dans ce processus, c'est que le retard faramineux de cette région est rapidement en train de disparaître suite à l'intervention résolue de l'État, qui crée plusieurs établissements sur le modèle des institutions occidentales tant en matière de politique, d'organisation et d'incitation.

Le panorama de la science et de la technologie en Amérique latine

Le panorama de la science et de la technologie en Amérique Latine est passablement différent. Paradoxalement, la région est culturellement et géographiquement plus proche de l'Europe et de l'Amérique du Nord développée. De plus, l'Amérique Latine est plus éduquée encore, en moyenne, que des pays comme la Chine et l'Inde. Son revenu par habitant, même s'il se compare aujourd'hui à celui de la Chine, était il y a quelques années nettement supérieur. Ses richesses naturelles (pétrole, gaz naturel, métaux) devraient lui

conférer des avantages sur ces concurrents asiatiques qui en sont dépourvus.

Contrairement à l'Asie du Sud-est, l'investissement en R&D, en éducation, en science et en technologie stagne. Dans la majorité des pays de la région, la dépense brute interne en R&D se situe entre 0,4 et 0,6% du Produit intérieur brut (PIB) contre 1,25% en Chine, 2% au Canada, 2,8% aux États-Unis et 3% en Corée du Sud. Le nombre de diplômés de la région dans les universités nord-américaines est aussi inférieur, en pourcentage de la population, à ceux de la Chine ou de l'Inde. Si, en 1994, l'Amérique latine et les Caraïbes représentaient 1,6% de la R&D mondiale, en 2003, la région ne représentait plus que 1,3%¹⁷. En parité de pouvoir d'achat, le déclin est encore plus marqué, puisqu'il passe de 3,1% à 2,5% sur la même période. L'Asie passait (toujours en PPP) de 26,6% de la dépense en R&D du monde à 34,4% (Ibid.). En dollars courants, la dépense du Canada (32 millions d'habitants) en R&D était, en 2004, presque le double de celle de l'Amérique Latine (respectivement 18,9 milliards de dollars US, contre 10,4 milliards)¹⁸.

Les incitations en termes de politique publique en vue de favoriser la R&D sont peu nombreuses dans la région. Seul le Brésil dispose du crédit d'impôt à la R&D qui est universellement considéré comme la mesure la plus appropriée dans le monde industrialisé pour inciter à la création de laboratoires de recherche dans les entreprises. Mais la dépense intérieure en R&D du Brésil se situe encore au-dessous de 1% du PIB. Comme résultat, chacun de ces pays ne dispose que de quelques centaines de firmes actives en R&D contre plus de 12 000 au Canada et de 150 000 aux États-Unis. Les chercheurs du secteur privé représentent moins de 20% dans la région latino-américaine contre presque 80% en

¹⁷ RICYT (2006): El Estado de la Ciencia. Indicadores de la Ciencia y de la tecnología, Iberoamericanos/Interamericanos, Buenos Aires.

¹⁸ Voir les Tableaux 1 et 2 en annexe.

Amérique du Nord (Canada et États-Unis) et plus de 40% en Europe.¹⁹

Les laboratoires d'État latino-américains sont trop peu nombreux et mal financés pour pouvoir faire face à la concurrence internationale. L'Argentine, un des chefs de file de la région, dispose d'une demi-douzaine de ces laboratoires²⁰. Au demeurant, ces instituts ont été créés tardivement: les premiers laboratoires de recherche agricole du Canada datent de 1868, l'INTA argentin a été créée en 1956, presque un siècle plus tard.

Finalement, la majorité des pays de l'Amérique Latine a imité le modèle français, italien et espagnol de type CNRS. Selon ce modèle, des chercheurs sont recrutés et payés sans qu'ils œuvrent nécessairement dans un laboratoire public ou dans une université. Ils doivent chercher eux-mêmes l'endroit où travailler en recherche. Ce modèle pouvait être efficace lorsque les laboratoires et les bibliothèques n'étaient pas aussi indispensables qu'ils le sont aujourd'hui. Il pouvait donner quelques résultats à l'époque des petits laboratoires aménagés dans une ou deux petites pièces, un peu comme aux temps de Louis Pasteur ou de Pierre et Marie Curie. Aujourd'hui, toutes les disciplines requièrent de vastes laboratoires dispendieux et des bibliothèques bien pourvues en revues, livres et bases de données, en plus des abonnements aux milliers de revues électroniques et fichiers. Sans ces équipements, la recherche est condamnée à piétiner. Ceux qui ont eu la chance de visiter les universités européennes savent que ces facilités sont rares surtout en Europe du Sud²¹, alors qu'en Amérique latine elles sont inexistantes. Par ailleurs, ce

modèle éloigne souvent les chercheurs des universités, de sorte que les étudiants ont moins la chance de se mettre en contact avec ceux qui produisent des connaissances nouvelles. En Amérique latine comme ailleurs, les résultats laissent à désirer en termes de production d'articles ou de diplômés par habitant²².

La biotechnologie en Amérique latine

Normalement, l'Amérique Latine aurait dû développer la recherche en biotechnologie. En premier lieu, plusieurs pays de la région, notamment l'Argentine et le Brésil, sont de grands utilisateurs de la biotechnologie agricole: ce sont de grands producteurs d'aliments, qui sèment sur de grandes surfaces des plantes de soja ou de maïs génétiquement modifiées. Ensuite, certains de ces pays avaient jusqu'à tout récemment une avance non négligeable sur le Sud-est asiatique. Avec trois Prix Nobel en médecine, dont un accordé à l'un des fondateurs de la biotechnologie, le Dr César Milstein, et une certaine masse critique de chercheurs, l'Argentine aurait dû, comme plusieurs pays de la région, émerger dans ce domaine nouveau de la recherche. Milstein retourna à Cambridge (R.-U.) et une des *fenêtres d'opportunité* s'est fermée pour la région²³.

Cependant, les chiffres montrent que, tant en termes d'entreprises, de brevets, de publication ou de capital de risque, la région s'est laissée distancer, aussi bien par les pays industriels que par ses concurrents du

¹⁹ RICYT (2006): "El Estado de la Ciencia. Indicadores de la Ciencia y de la tecnología", Iberoamericanos/Interamericanos, Buenos Aires.

²⁰ Ce sont l'INTA (Institut national de recherche agricole), l'INTI (Institut national de recherche industrielle), la CONEA (Commission nationale d'énergie atomique), l'INVAP et quelques autres de moindre importance.

²¹ La dépense de la France, de l'Italie ou de l'Espagne par étudiant universitaire est une fraction (souvent inférieure à 50%) de celle des États-Unis ou le Canada.

²² National Science Foundation (NSF) (2006): *Science and Engineering Indicators*, Washington.

²³ C'est ainsi que Milstein décrit son parcours: « *It was after completing my PhD thesis that I took a short-term appointment with the Medical Research Council in Sanger's group, and then returned to Argentina for a period of two years. During that period I extended my studies of mechanisms of enzyme action to the enzymes phosphoglyceromutase and alkaline phosphatase. It was then that I had my first experience at directing other people's work, including my first research student. The political persecution of liberal intellectuals and scientists manifested itself as a vendetta against the director of the institute where I was working. This forced my resignation and return to Cambridge* ». (W. Odelberg. « Les Prix Nobel », Stockholm, 1985).

Sud-est asiatique. Ainsi, dans un domaine où les brevets sont essentiels pour permettre le développement de produits, l'ensemble de l'Amérique latine n'a obtenu que quelques centaines de ces titres d'exclusivité sur les résultats de la recherche²⁴. C'est nettement peu, parce qu'une seule découverte brevetée n'assure pas l'obtention d'un médicament. Il est souvent nécessaire de faire une série de découvertes et de les breveter pour achever la création d'un produit thérapeutique. En plus, la recherche en vue du développement de chaque médicament coûte en moyenne quelque \$800 millions de dollars, par suite des longs et dispendieux essais cliniques. Mais les brevets permettraient aux entreprises de la région vouées à la biotechnologie de chercher du capital de risque international car, faute de brevets, il n'y aura pas de capital de risque, malgré les modestes efforts de quelques pays, comme l'Argentine et le Brésil.

L'Amérique latine crée des entreprises dédiées à la biotechnologie, mais celles-ci ne prospèrent pas, faute d'investisseurs. Le tableau 4, en annexe, donne un autre aperçu de la situation dans la région, en la comparant cette fois avec l'Asie du Sud-est. Il est à remarquer que Singapour, pays de 4,4 millions d'habitants, a plus de brevets dans le domaine que la quasi-totalité des pays latino-américains, sauf le Brésil et le Mexique, qu'il est en voie de rattraper²⁵.

Par ailleurs, la législation de la majorité des pays ne permet pas de breveter des produits pharmaceutiques, ce qui met un frein au développement de la biotechnologie. Aussi, il s'est développé dans la région une industrie de produits génériques et de copies, laquelle répond à des besoins locaux, puisqu'elle permet l'accès à des médicaments à un prix nettement inférieur aux médicaments protégés par des brevets. Par contre, elle représente un obstacle supplémentaire à la création d'un secteur d'entreprises dédiées à la biotechnologie,

puisque l'industrie des génériques s'oppose aux brevets bio-pharmaceutiques. La loi, les besoins de la population locale et les groupes de pression des produits génériques s'additionnent aux facteurs mentionnés plus haut pour maintenir la biotechnologie en état embryonnaire dans cette région.

Conclusion

Pourquoi faut-il développer la biotechnologie en Amérique latine, et non pas continuer à développer les plantations de soja ou de maïs, l'exploitation du cuivre, du pétrole, du gaz naturel, de la viande et du cuir, des fruits et des légumes? Pourquoi essayer de développer des médicaments ou des logiciels, des semi-conducteurs ou des équipements de télécommunication? La réponse se trouve non seulement dans les écrits récents des économistes institutionnalistes cités plus haut, mais aussi dans les livres oubliés des grands économistes latino-américains, comme Celso Furtado, Raúl Prebisch, ou d'autres²⁶. L'élasticité-revenu de ces produits naturels est très faible et augmente lentement. De plus, ces produits sont en majorité fondés sur des ressources non renouvelables et leur production, quels que soient les gains à court terme, ne peut augmenter indéfiniment. Au surplus, détruire de grandes forêts pour les remplacer par des plantations de soja, comme le font l'Argentine et le Brésil depuis plusieurs années, n'est peut-être pas la meilleure solution au développement économique. Lorsque les prix du soja diminueront, il n'y aura ni forêt ni soja. Même aujourd'hui, ces produits ne réussissent pas à donner de l'emploi à la population désireuse de travailler. Inversement, écrivaient Furtado et Prebisch, la production des biens fondés sur la technologie est respectueuse de l'environnement, leur marché croît rapidement et il continuera de croître pendant longtemps. Enfin, les ressources

²⁴ Voir le Tableau 3, en annexe.

²⁵ Voir les tableaux 3 et 4, en annexe.

²⁶ Furtado, C. (1961): "Desenvolvimento e subdesenvolvimento", Rio, Fundo de Cultura.
Prebisch, R. (1963): "Hacia una dinámica del desarrollo latinoamericano", Mexico, Fondo de Cultura Económica.

naturelles diminuent avec l'usage, la matière grise au contraire augmente. À titre d'exemple, l'Inde prévoit exporter 60 milliards par an en logiciels et services connexes en 2010. Elle en exporte aujourd'hui plus de 18 milliards par an et c'est son principal produit d'exportation. Ces produits de technologie de pointe payent des salaires élevés et génèrent des « cercles vertueux » de croissance parce qu'ils sont fondés sur des technologies génériques, qui créent de la richesse dans plusieurs autres secteurs de l'économie. L'Inde commence aussi à produire des médicaments issus de sa propre recherche médicale, ainsi que des semi-conducteurs, tout en lorgnant du côté des avions de passagers et des équipements de télécommunication.

Comment faire pour passer de la production de soja et de maïs, de laine et de cuir, de cuivre et de pétrole, aux nouveaux médicaments? La réponse est, en principe, simple : en développant les institutions sophistiquées adéquates. La région a besoin d'universités de recherche, de systèmes de bourses étudiantes et de programmes de prêt-bourses, des incitations à la recherche universitaire et industrielle, de laboratoires publics de recherche. Mais elle a besoin aussi d'augmenter les salaires des chercheurs et de modifier les structures universitaires pour qu'elles soient plus transparentes et ouvertes à tout chercheur quel que soit le lieu de sa naissance.

Au cours d'une étude comparée des systèmes nationaux d'innovation en Argentine et au Canada, Chudnovsky, Niosi et Bercovich²⁷ ont constaté les réticences des hauts fonctionnaires et des ministres. Pourquoi doit-on investir à long terme? Combien de temps faudra-t-il pour avoir des retours sur ces investissements? Comment peut-on justifier ces dépenses publiques et

les manques à gagner fiscaux devant les besoins pressants de la population? Ces questions reviennent continuellement dans les PVD et les options ne sont pas légion : ces dépenses sont nécessaires pour, au cours d'une génération, faire passer le pays en « voie de développement » au statut de « nouveau pays industrialisé ». Mais un problème supplémentaire qui se pose dans ces pays est que les gouvernements durent quelques années à peine et que la diffusion, en bout de mandat, de statistiques sur les progrès en éducation, en recherche ou sur le nombre de brevets obtenus n'est pas une garantie de réélection. En d'autres termes, les élus ont leur propre agenda qui ne coïncide pas avec les besoins à long terme du pays.

Un tel programme semble possible en Chine ou en Inde, en Corée du Sud ou à Singapour, mais impossible en Amérique latine : l'inertie organisationnelle au Sud du Rio Grande y est tellement forte qu'un projet pareil semble relever de l'utopie. Pourtant la région latino-américaine passe par une période économique favorable: le prix des ressources naturelles est élevé, les budgets des États nationaux affichent des surplus, le poids de la dette externe a diminué. Plusieurs pays de la région, dont la Bolivie, le Chili, l'Équateur, le Mexique, le Venezuela ont des surplus commerciaux et budgétaires grâce aux ressources pétrolières et minérales. Parmi eux, seul le Chili a engagé certains efforts dans la promotion d'un SNI. En somme, les indicateurs économiques sont au rendez-vous, mais les institutions ne le sont pas.

²⁷ Chudnovsky, D., J. Niosi et N. Bercovich (2000): "Sistemas nacionales de innovación, procesos de aprendizaje y política tecnológica: una comparación de Canadá y Argentina", *Desarrollo Económico*, Buenos Aires, 40, (158): 213-252.

ANNEXE

Tableau 1
Dépenses intérieures brutes en R&D (DIRD) en pourcentage du Produit intérieur brut (PIB), pays choisis, 2004

Pays	DIRD/PIB
États-Unis	2,66
Canada	1,96
Brésil	0,91
Chili	0,70
Argentine	0,44
Mexique	0,41
Pérou	0,16
Amérique Latine	0,72

Source : RICYT (2006)

Tableau 2
Diplômés de doctorat en biologie et dans des disciplines connexes aux États-Unis (2000-2003), selon le pays d'origine.

Pays	Nombre de docteurs
Chine*	3716
Inde	838
Corée du sud	705
Mexique	275
Brésil	189
Argentine	97
Chili	69
Amérique Latine	1074

Source : NSF (2006)

Tableau 3
Brevets en biotechnologie obtenus aux États-Unis jusqu'en 2003, G7 et principaux pays de l'Amérique Latine.

Pays	Nombre de brevets
États-Unis	62903
Japon	9033
Allemagne	5418
R -Uni	3407
Mexique	3100
Canada	2638
Italie	918
Mexique	53
Brésil	47
Cuba	31
Argentine	21

Source : NSF (2006)

ANNEXE (cont.)

Tableau 4
La biotechnologie dans plusieurs PVD d'Asie et d'Amérique Latine

	Argentine	Brésil	Chili	China *	Inde	Singapour
Population (millions)	40	170	16	1300	1000	4,5
Entreprises spécialisées en biotechnologie	250	350 (2002)	31 (2002)	500 (2005)	328 (2003)	ND
Chercheurs en biologie et en disciplines connexes	9587	20233	1860	50000	ND	1000
Brevets américains (1) (Up to 2003)	21	47	4	143	279	39

Sources: National Science Foundation (2006): "Science and Engineering Indicators", Washington; Hernandez Cuevas, C. et P. Valenzuela (2004) : "Strategies to capture biotechnology opportunities in Chile", *Electronic Journal of Biotechnology*, 7 (2).

Les opinions exprimées et les arguments avancés dans cette publication demeurent l'entière responsabilité de l'auteur-e et ne reflètent pas nécessairement ceux de l'Observatoire des Amériques ou des membres du Centre Études internationales et Mondialisation (CEIM).