



Collection **MARITIMES**

MONOGRAPHIES

Fabrice Rigaux

Les biotechnologies industrielles dans les provinces de l'Atlantique

De l'émergence au développement ?



INSTITUT CANADIEN DE RECHERCHE SUR LE DÉVELOPPEMENT RÉGIONAL
THE CANADIAN INSTITUTE FOR RESEARCH ON REGIONAL DEVELOPMENT

**Les biotechnologies
industrielles
dans les provinces
de l'Atlantique**

Collection **MARITIMES**

MONOGRAPHIES

Fabrice Rigaux

**Les biotechnologies
industrielles
dans les provinces
de l'Atlantique**

De l'émergence au développement ?



INSTITUT CANADIEN DE RECHERCHE SUR LE DÉVELOPPEMENT RÉGIONAL
THE CANADIAN INSTITUTE FOR RESEARCH ON REGIONAL DEVELOPMENT

Graphisme : Raymond Thériault
assisté de Josette Thériault

© Institut canadien de recherche sur le développement régional/
The Canadian Institute for Research on Regional Development

ISBN 0-88659-045-0

Dépôt légal : 4^e trimestre 1997
Bibliothèque nationale du Canada
Imprimé au Canada

A nos lecteurs

« La biotechnologie revêt désormais une telle importance pour certains secteurs clés d'une économie moderne que ni les entreprises ni les États ne peuvent se permettre d'en faire fi. Par conséquent, de nombreux gouvernements s'emploient actuellement à élaborer des politiques et des programmes de biotechnologie intégrés afin d'avoir l'assurance de pouvoir en tirer tous les avantages aux plans du renouveau industriel, de la création d'emplois et du progrès social. »

Plan d'action national sur la biotechnologie – Assurer un avantage concurrentiel au Canada, Cinquième Rapport, ministère de l'Industrie, des Sciences et de la Technologie, gouvernement du Canada, 1991, p. 14.

« Que nous en soyons conscients ou non, une véritable révolution technologique est en cours à l'échelle de la planète. [...] L'énorme incidence commerciale de la biotechnologie commence d'ailleurs à être reconnue à l'échelle mondiale. Tant en Australie, en Europe qu'aux États-Unis ou au Japon, les secteurs public et privé coordonnent leurs efforts pour adopter cette science afin de conserver une place prépondérante parmi les pays industrialisés. »

La biotechnologie, source d'affaires, une révolution commerciale, ministère de l'Industrie, des Sciences et de la Technologie, gouvernement du Canada, 1990.

« Nous entrons dans une ère qui va être dominée par l'ingénierie sous toutes ses nombreuses formes modernes. Le futur va tourner autour d'une science-réalité qui, hier encore, n'était que science-fiction. Les nouveaux ingénieurs sont déjà en train de révolutionner l'agriculture et la médecine. Mais cette révolution pâlit devant celle qui se profile à l'horizon. La dynamique de l'économie mondiale n'aura plus pour combustible une abondance de micro-puces peu chères, mais des gènes à gogo et tout aussi peu chers. [...] Parmi les

grandes motrices potentielles de croissance dans le quatrième cercle, signalons :

- l'ingénierie génétique et la biotechnologie ;
- l'intelligence artificielle ;
- l'espace ;
- de nouveaux matériaux, y compris des céramiques composites, et des alliages de métal ou de plastique avec des fibres.

Il est évident que les nouvelles technologies promettent de révolutionner un grand nombre d'industries contemporaines et d'insuffler une nouvelle vigueur à certaines d'entre elles dont l'importance économique est à présent en déclin rapide. »

Nuala Beck, *La nouvelle économie*, Montréal,
Les éditions Transcontinentales inc., 1994.

Le thème

La présente étude tente de mieux percevoir les progrès significatifs, à l'échelle des provinces de l'Atlantique, d'un ensemble d'activités industrielles stratégiques qui connaissent de puissants développements dans le monde, à savoir les biotechnologies. L'auteur tente en premier lieu de mieux définir ce que sont les biotechnologies en tant qu'activités industrielles fondamentales, leur place dans le système productif, de même que leur poids actuel dans le monde et au Canada. En ce qui concerne les questions suscitées par les impacts récents de ces technologies en région (augmentation de la valeur ajoutée, nouvelles possibilités commerciales) sur des secteurs d'activités aussi différents que la pharmacie, la chimie fine, les produits marins, l'agriculture et la transformation agroalimentaire, l'auteur tente d'en percevoir les principales dynamiques (p. ex., profil entrepreneurial et domaines d'intervention). Il essaie aussi de dégager les principales tendances concourant à leur accroissement par l'appareil de recherche régional, les stratégies sectorielles, les investissements, les ressources humaines, le rôle de certaines institutions de développement, et enfin, la réglementation et la protection de la propriété industrielle. On perçoit que l'enjeu pour la région est considérable et que celle-ci dispose d'atouts réels. Mais l'effort à consentir pour mieux maîtriser une technologie de la nouvelle économie, véritable enjeu du siècle prochain, passe par des orientations claires et par une vue à long terme en matière de recherche fondamentale et d'encouragement dans le domaine de la propriété industrielle.

L'auteur

Chargé d'études à l'Institut canadien de recherche sur le développement régional (ICRDR) depuis 1996, de formation pluridisciplinaire, l'auteur est titulaire d'un D.E.A. (Dynamique et Organisation des Espaces) réalisé au Centre de recherche sur l'industrie et l'aménagement à l'Université de Paris I – Panthéon-Sorbonne. Après un passage dans l'industrie et l'enseignement universitaire en France, il s'est spécialisé depuis quelques années dans l'étude de l'émergence industrielle des biotechnologies. Fabrice Rigaux poursuit présentement des travaux sur les récents développements de ces technologies dans la valorisation des produits marins, de même que dans le secteur de l'industrie pharmaceutique, à l'échelle des provinces de l'Atlantique, dans le cadre d'une étude menée en coopération à l'ICRDR. Ces travaux l'ont amené à réaliser diverses interventions dans le cadre des programmes d'enseignement à l'Université de Moncton et à développer une collaboration sur les aspects législatifs des biotechnologies au sein de cette même institution. L'auteur a collaboré à la *Revue de l'Université de Moncton*, à la *Revue canadienne des sciences régionales* et à *Options politiques*. Il a également été invité à présenter plusieurs communications auprès de différentes instances gouvernementales (APECA, gouvernement du Nouveau-Brunswick).

Remerciements

L'auteur souhaite remercier tout particulièrement pour leur aide les personnes suivantes :

Maurice Beaudin, directeur adjoint de l'Institut canadien de recherche sur le développement régional (ICRDR), Moncton ;

Ginette Benoit, coordonnatrice des services administratifs, ICRDR, Moncton ;

Marc Cormier, étudiant au Département de géographie, Université de Moncton, pour sa contribution à la réalisation graphique ;

Jocelyne Côté, Conseil national de recherches du Canada, Institut de recherche en biotechnologie, Montréal ;

Jean Daigle, professeur retraité de l'Université de Moncton ;

Jeff Gauthier, ministère de l'Agriculture et Agro-alimentaire Canada, Division des produits marins, Bureau des Aliments, Ottawa ;

Malcolm D. MacBeath, Service de documentation, Agence de promotion économique du Canada atlantique, Moncton ;

Heather Mohr, Institut canadien de la biotechnologie, Ottawa ;

Jacques Rutanga, directeur de l'Institut acadien de biotechnologie, Moncton.

Un remerciement spécial est adressé à l'Agence de développement du Canada Atlantique pour la traduction de cette étude.

Table des matières

Avertissement et méthode	17
Introduction : les enjeux	23
Le développement économique des biotechnologies industrielles dans le monde et au Canada	29
Les biotechnologies industrielles : de quoi parle-t-on au juste ? ...	29
Biotechnologies et activités économiques stratégiques	30
S'agit-il d'une nouvelle filière industrielle ?	35
Biotechnologies et développement commercial	39
Profils, domaines et stratégies d'intervention des entreprises dans les provinces de l'Atlantique	57
Les profils d'entreprises	57
Les domaines d'intervention	63
Les stratégies industrielles	71
Les stratégies commerciales	78
La maîtrise et l'organisation de la recherche et développement, le renforcement des ressources humaines	83
La recherche et développement et sa nécessaire maîtrise	83
La recherche et développement et son organisation actuelle	85
Le renforcement des ressources humaines	94
Les accompagnateurs institutionnels	109
Les agences de promotion économique et d'assistance technique	109
L'impact réglementaire et la propriété industrielle	114
Conclusion	123
Annexe	129
Bibliographie	133
Glossaire	143

Liste des tableaux	149
Liste des figures	151
Liste des cartes	155

*A*vertissement et méthode

Cette synthèse est le résultat d'une enquête technologique et industrielle régionale menée à partir de l'Institut canadien de recherche sur le développement régional pendant un peu plus de six mois consécutifs. Elle est basée sur des travaux antérieurs de l'auteur touchant d'autres espaces géographiques dont les logiques de développement présentent des similitudes fonctionnelles, notamment en Europe occidentale. La récolte des données est le fruit de multiples démarches, dans la mesure où la confidentialité des informations concernant le développement des nouvelles technologies est le plus souvent inversement proportionnelle à l'abondante information sur des aspects secondaires comme en témoignent certaines démarches publicitaires ou commerciales. À ce sujet, une partie importante des informations contenues dans ce rapport doit être maniée avec une certaine prudence, pour autant que le recul historique ainsi que la possibilité d'une maîtrise totale des données demeurent encore aujourd'hui impossible, compte tenu de l'évolution rapide du domaine. Cette étude s'inscrit dans une démarche exploratoire ; ses limites sont donc connues.

Le thème qui sous-tendait l'étude fut la recherche d'une meilleure compréhension de la place de l'innovation technologique et industrielle dans le développement territorial des régions de l'Atlantique, en prenant pour exemple les technologies stratégiques que constituent les biotechnologies. Il appert que l'innovation technologique se définit comme un processus complexe qui vise à améliorer les productions ou les procédés de production eux-mêmes. Il est clair aujourd'hui que la diffusion de ces technologies novatrices représente l'élément central de l'accroissement de la compétitivité (gains de productivité divers, renforcement de la valeur ajoutée, développement commercial) de différents secteurs d'activités producteurs de biens et de services. On perçoit aussi que la maîtrise de ces innovations à la fois sur le plan technique et juridique (p. ex., par le biais de la protection des droits industriels) conditionne la pérennité de filières

industrielles entières, soit nouvelles, soit en cours de transformation (les industries des ressources) : tous ces éléments s'affirment davantage tous les jours comme des vecteurs majeurs de développement industriel. L'enjeu en matière de développement régional à long terme est donc particulièrement important.

L'étude d'une activité industrielle de haute technologie en émergence dans un espace régional, en l'espèce les provinces de l'Atlantique, donne l'occasion de mieux appréhender les mutations technologiques ainsi que le développement de l'innovation en cours dont les effets sont de plus en plus complexes : évolution des fabrications et des méthodes, transformations des systèmes techniques, recherche de nouveaux profils de qualification et besoins permanents en formation de main-d'œuvre, réorganisation des firmes et, enfin, nouvelles localisations des unités de production¹. Ces aspects sont des éléments qui déterminent la transformation de l'organisation des espaces industriels. En dehors même de la question de la création des nouvelles technologies grâce à l'étude du fonctionnement des activités de recherche et développement (R et D), l'un des problèmes majeurs est sans doute celui relatif à la diffusion des technologies nouvelles dans les activités industrielles régionales elles-mêmes.

La démarche de recherche s'est fondée sur une enquête auprès de différentes instances concernées par le développement industriel des biotechnologies dans les provinces de l'Atlantique. Face aux complexités induites par ces technologies dans leurs aspects fonctionnels (organisation à l'interne selon les secteurs touchés, stratégies de développement envisagées, etc.), spatiaux (repérage et localisation des unités de production), juridiques (statuts d'entreprises, types de liens commerciaux, propriété industrielle, réglementations, etc.), ainsi que selon leurs caractéristiques (goût du secret, faible divulgation des informations dans cet univers technologique), il est apparu nécessaire de mener une recherche à partir de trois axes :

► en premier lieu, en ce qui concerne la recherche d'information générale avec les consultants, les associations de secteurs, les instituts spécialisés, les chambres de commerce (instances locales, provinciales et fédérales), les agences de développement et de promotion économique, le ministère des Affaires étrangères et

1. L'auteur fait ici grandement référence à l'introduction contenue dans le document suivant : L. Carroué, « Industries de haute technologie et développement régional », Paris, Centre de recherche sur l'industrie et l'aménagement, Institut de Géographie, Note de recherche n° 13 (1989), p. 1.

du Commerce international du Canada (MAECI). Ce premier stade a permis l'élaboration et le repérage du groupe entrepreneurial de référence ;

- ▶ en deuxième lieu, en ce qui concerne les entreprises avec des enquêtes ponctuelles établies pour infirmer ou avaliser l'information de base. Il s'agissait de fixer le groupe de référence de manière à construire la recherche sur quelques axes privilégiés ;
- ▶ enfin, sur le plan des acteurs privés et publics prenant en charge la recherche fondamentale avec le repérage des liens et des thèmes de R et D en amont. Il s'agissait de mieux en percevoir l'organisation et de tenter un repérage des stratégies régionales possibles en matière de biotechnologie industrielle.

Par la suite, cet ensemble avait donc pour principal objectif de mieux percevoir les éléments suivants :

- ▶ une connaissance générale du niveau d'insertion des biotechnologies dans l'espace régional ;
- ▶ une meilleure définition des lieux de l'appareil de production où s'insèrent ces technologies ;
- ▶ une meilleure précision, dans la mesure du possible, des différents facteurs explicatifs des stratégies d'entreprises concernées ;
- ▶ une évaluation des capacités virtuelles de développement, selon certains vecteurs représentés par l'investissement dans les ressources humaines, et une meilleure compréhension du rôle joué par certaines institutions de même que celui touchant la réglementation et la propriété industrielle.

La mise en lumière de l'organisation industrielle régionale a pu être réalisée à partir de données quantitatives compilées à l'échelon fédéral par le MAECI grâce au Réseau d'approvisionnement et de débouchés d'affaires (RADAR), repris au début de l'année 1996 au sein du réseau d'information électronique STRATEGIS. Les renseignements apportés par ces bases de données sont multiples et concernent les petits comme les grands acteurs industriels. Le couple RADAR – STRATEGIS fournit ainsi des informations assez complètes, mais elles demeurent insuffisantes lorsque l'on s'intéresse aux différentes relations industrielles en cours (p. ex., réseaux commerciaux, accords de développement, licence d'exploitation, liens avec le siège social ou filiales) ou aux origines de la création entrepreneuriale (p. ex., thème de l'essaimage universitaire). Sachant que le repérage des industries

elles-mêmes dans le système de classification industriel canadien, *Classification type des industries*, 1980, 4^e éd., s'avère inopérant si l'on veut mener une recherche sur les secteurs économiques et industriels émergents, il est clair que la recherche ne pouvait être limitée à l'exploitation de ces seules bases d'information. Plusieurs autres sources ont été utilisées ou sollicitées, y compris des informations diffusées par des consultants privés (Ernst & Young Canada ; KPMG Canada ; James G. Heller Consulting Inc. ; Legault, Grysole et Associés Inc.) ; des sources bancaires (Banque Royale du Canada) ; des associations professionnelles (Institut canadien de biotechnologie ; Institut canadien de biotechnologie ; Infobiotech ; Alberta Research Council ; Association of Canadian Venture Companies ; Association des manufacturiers canadiens ; Associations des exportateurs canadiens ; British Columbia – Biotechnology Alliance ; AG-West Biotech ; Conseil national de recherches du Canada ; Industrial Biotechnology Association of Canada ; Société pour l'expansion des exportations), ainsi que certaines bases de données commerciales sur papier ou diffusées par voie électronique (*Canadian Biotechnology Directory* 1996 et les éditions antérieures, Kompass Canada 1995, BioBusiness, BioCommerce Data).

*Les biotechnologies industrielles
dans les provinces de l'Atlantique :
De l'émergence au développement ?*

Introduction : les enjeux

De nombreuses études publiques ou parapubliques (p. ex., Banque mondiale et OCDE) font état d'un fait désormais largement documenté : à un monde dominé globalement par les industries et les marchés liés aux ressources, à l'automobile, à l'électroménager et même à la sidérurgie s'est substitué, depuis les années 1970, un univers régi par des industries émergentes ou déjà structurées, liées aux nouveaux matériaux, à l'électrotechnique et l'électronique, aux télécommunications et, plus récemment encore, aux biotechnologies².

Ces activités sont nées de la *troisième révolution industrielle*, elle-même issue des évolutions scientifiques et technologiques les plus récentes. Du reste, les industries développant ces technologies nouvelles sont très diverses et encore peu connues aujourd'hui puisque cette troisième révolution ne fait, selon les observateurs, que débiter³. Ainsi, il n'est pas étonnant que le thème des nouvelles industries à caractère technologique soit rarement défini avec précision et que, lorsque les définitions se présentent, il y a de fortes variations d'une étude à l'autre. En fait, ces industries semblent relever de deux groupes différents : d'une part, celles qui fabriquent des produits dans des

-
2. OCDE, *Biotechnologie : effets économiques et autres répercussions*, Paris, OCDE, 1989 ; OCDE, *Considérations relatives à la biotechnologie*, Paris, OCDE, 1994 ; OCDE, *Effets économiques à long terme de la biotechnologie*, Paris, OCDE, 1988 ; R. Greenshields, *Resources and Applications of Biotechnology : The New Wave*, Hampshire, McMillan Press Ltd., 1989 ; R. Kristensen, *Biotechnology and the Future Economic Development*, Copenhague, Institute for Future Studies, 1986 ; Office of Technology Assessment (OTA), *Biotechnology in a Global Economy*, Washington, Congress of the USA, 1991 ; OTA, *Genetic Technology: A New Frontier*, Boulder, Colorado, Congress of the USA, Westview Press, 1982.
 3. G. Dosi, C. Freeman, R. Belson, G. Silverberg et L. Sæte (édit.), *Technical Change and Economic Theory*, New York, Pinter, 1988 ; G. Bergeron (édit.), *Technologie et territoire : la maîtrise territoriale du changement technologique*, Chicoutimi, Université du Québec à Chicoutimi, 1990 ; R.P. Oakey, « High Technology Industry », *Geography*, n° 303 (1984), p. 157-159 ; R. Richie, D. Hecker et J. Burgan, « High Technology Today and Tomorrow, A Small Slice of the Employment Pie », *Monthly Labor Review*, novembre 1983 ; A. Slem (sous la direction de), *La diffusion des nouvelles technologies*, Paris, Édition du CNRS, 1987 ; P. Stonoman, *The Economic Analysis of Technological Change*, Londres, Oxford University Press, 1983 ; J.C. Thibodeau et P.A. Julien, *Nouvelles technologies et économie*, Sillery, Presses universitaires du Québec, 1991.

secteurs nouveaux (premier groupe) et, d'autre part, celles qui fabriquent des produits nouveaux dans des secteurs considérés comme traditionnels (second groupe). Dans le premier groupe sont rattachées les activités industrielles des secteurs du traitement de l'information, des communications, des semi-conducteurs, de la robotique et des biotechnologies. Dans le second groupe se trouvent les secteurs de la chimie (p. ex., chimie fine), de l'équipement industriel, du verre et de ses dérivés (nouveaux matériaux, fibres diverses) et de la métallurgie fine (nouveaux alliages).

Parmi les industries du premier groupe, les biotechnologies apparaissent, sans conteste, comme les activités les moins bien comprises, du fait de leur complexité. En constatant progrès, tant du point de vue qualitatif que quantitatif depuis un peu plus d'une quinzaine d'années, les activités industrielles liées à l'essor des biotechnologies constituent un phénomène peu connu qui reste largement sous-estimé par la plupart des observateurs. Pourtant, récemment encore, une série d'études publiques et privées attire l'attention sur les conséquences majeures de ces technologies au sein des systèmes de production dans leur globalité⁴. L'ampleur des changements industriels, déjà effectués ou en cours de réalisation dans certains pays ou régions, montre le rôle stratégique de ces nouvelles technologies dans leur participation aux mutations économiques, industrielles, territoriales et sans doute également sociales pour les années à venir (p. ex., profils de qualification dans le domaine des ressources humaines, mais aussi perception du public quant aux produits de la génétique sur le marché courant). Donc, à côté des secteurs des télécommunications et de l'électronique – deux secteurs où les études sont devenues abondantes – celui des biotechnologies (et, par extension contemporaine, celui des biotechnologies industrielles) apparaît comme le ferment de la prochaine révolution technologique.

Les études récentes révèlent plusieurs résultats significatifs concernant l'aspect fonctionnel et organisationnel des biotechnologies. On constate partout dans le monde, la mise en place d'un ensemble

4. M. Spino, « Biotechnology: The Risk/Benefit Ratio for Canada », *Canadian Biotechnology Directory*, Georgetown, Contact International, 1996 ; KPMG Canada, *Biotechnology in Canada: Poised for Growth*, Toronto, KPMG, 1995 ; Ernst & Young Canada, « Canada Biotech '95 Industry Annual Report: Reform, Restructure, Renewal », Toronto, 1995 ; James G. Heller Consulting Inc., « Étude économique de base de l'industrie canadienne de la biotechnologie », étude préparée pour Industrie Canada, Santé Canada et Environnement Canada, juin 1995 ; Legault, Grysole et Associés Inc., « Les biotechnologies au Québec, bilan, axes de développement et services structurants », étude préparée pour le Bureau fédéral de développement régional – Québec et Industrie Canada, Québec, mai 1995.

d'activités industrielles qui rassemblent aujourd'hui une quantité importante de sociétés et d'établissements. Ce nombre élevé d'établissements indique la présence d'une industrie importante et méconnue faisant appel, de plus, à des technologies associées comme l'informatique, l'imagerie moléculaire, la spectroscopie atomique et l'électrotechnique. Ces activités se révèlent aussi multisectorielles, transverses (mêmes procédés pour des finalités différentes) et génériques (encouragent de manière constante l'innovation) et touchent autant le monde agro-industriel qu'alimentaire, l'industrie chimique que pharmaceutique, l'industrie minière que les secteurs du traitement industriel et urbain (purification, assainissement, etc.), l'industrie des matériaux, le textile, l'armement (décontamination) et l'industrie aéronautique et spatiale (traitement de surface, etc.). On note également la création de centres industriels et technologiques assimilables à des *biotechnopoles*, notamment aux États-Unis, au Japon, et plus récemment en Europe occidentale et au Canada.

La plupart des pays occidentaux se sont lancés, depuis plus d'une vingtaine d'années maintenant, dans de multiples programmes de R et D dans le secteur des biotechnologies. Face à la complexité croissante de la mise en forme industrielle et à la recherche de marchés nouveaux, seuls les pays dotés de puissantes ressources financières, industrielles et techniques ont pu faire des biotechnologies plus qu'un simple axe de diversification : il a été question d'un véritable enjeu stratégique de développement à long terme. Ces mêmes pays (États-Unis et Japon) disposant d'un savoir-faire biotechnologique, notamment sur ses aspects les plus coûteux en matière de R et D (génétique et enzymologie), exercent le rôle d'architecte industriel pour la communauté internationale. Cependant, la multiplicité des biotechnologies ont permis à d'autres pays de se doter d'infrastructures de qualité leur assurant une maîtrise d'œuvre industrielle importante sur des séquences de production prometteuses pour les années à venir. Ces pays, qui regroupent l'Allemagne, la Suisse, le Canada, la Suède, la Grande-Bretagne, la France ainsi que la Corée du Sud n'ont pas hésité, à partir des années 1980, à orienter leurs efforts financiers et techniques vers des programmes de biotechnologie cohérents avec leur propre structure industrielle.

Le Canada offre la particularité d'être présent un peu partout sur le plan industriel et d'avoir passé des accords de développement, de recherche, de production et de commercialisation avec presque tous les pays jouant un rôle mondial sur un ou plusieurs plans des biotechnologies industrielles. Les accords, les coopérations ainsi que les

ouvertures commerciales les plus significatives se font avec les États-Unis, l'Union européenne et le Nord asiatique (Japon et Corée du Sud)⁵. De même, le Canada n'a pas hésité à tisser des liens avec des pays développant certaines applications comme l'Inde, la Thaïlande, l'Australie et le Chili.

Recevant l'essentiel des unités de fabrication ainsi que des laboratoires de R et D, l'Ontario, la Colombie-Britannique, le Québec et la Nouvelle-Écosse concentrent sur leur territoire la majeure partie des biotechnologies industrielles. Récemment créées et générant des activités hautement lucratives (parfois le double du secteur informatique), ces sociétés étonnent par leur vigueur. Contribuant depuis déjà plus d'une quinzaine d'années au maintien et au développement d'activités centrales (pharmacie et biomédical, transformation alimentaire, chimie fine, valorisation des produits marins) dans certaines régions, les biotechnologies ont permis à plusieurs sociétés basées sur l'essaimage universitaire de prendre leur envol. Mieux encore, des ressources humaines et du développement d'infrastructure ont été garantis grâce à ces nouvelles technologies : les cas des régions urbaines de Halifax, de Toronto, d'Ottawa, de Québec et de la périphérie de Vancouver l'illustrent bien⁶.

Dans ce contexte, les provinces de l'Atlantique présentent un tableau original : on constate ainsi l'émergence significative d'un ensemble d'activités liées directement ou indirectement aux biotechnologies. Le cas le plus frappant reste la création entrepreneuriale autour de ces technologies (biomédical et chimie fine) en Nouvelle-Écosse depuis le début des années 1980, en relation étroite d'ailleurs avec les foyers scientifiques (sciences du vivant) de la région de Boston et de Worcester au Massachusetts. Les autres provinces ne sont pas en reste et présentent un bon début de diversification dans les secteurs du traitement des rejets industriels et urbains, de l'agro-industrie et de la transformation alimentaire. Par ailleurs, on relève la présence de liens internationaux importants de même que le développement d'établissements reliés à ces technologies un peu partout en région, à

5. Données du ministère des Affaires étrangères et du Commerce international, novembre 1995.

6. Cf. « Les projets d'affaires se multiplient en biotechnologie », *Les Affaires*, n° 18 (13 mai 1995), p. 33 ; et également « Strategic Alliances Ensure Survival of Canadian Biotechnology Industry », *CDN Laboratory*, vol. 2, n° 2 (avril-mai 1990), p. 7 ; « Canada's Biotech Industry Thinking Big, Study Finds », *Globe and Mail*, Toronto, 1^{er} mai, 1990, p. B1-B7 ; « Le Canada peut se tailler une part modeste dans un marché mondial de \$100 milliards », *Les Affaires*, vol. 58, n° 6 (8 février 1986), p. 24.

St. John's (Terre-Neuve), à Fredericton et à Saint John (Nouveau-Brunswick), à Charlottetown (Île-du-Prince-Édouard), à Halifax – Dartmouth et à Armdale – Burnside (Nouvelle-Écosse). De plus, la mise en place, depuis ces deux dernières années, de programmes provinciaux significatifs et orientés vers les biotechnologies montre que l'enjeu du développement de ces espaces est désormais évident.

S'interroger sur la réalité de ces nouvelles activités et mieux en percevoir leur portée sur le plan régional présente plus qu'un simple intérêt en ce qui concerne les connaissances économiques. C'est aussi s'interroger sur les mutations à l'œuvre au sein du système productif et tenter d'en comprendre les orientations dans une perspective de développement régional. Telle est la tentative de cette étude consacrée au développement des biotechnologies industrielles dans les provinces de l'Atlantique.

Le développement économique des biotechnologies industrielles dans le monde et au Canada

L'entrée progressive des biotechnologies sur la scène commerciale et industrielle mondiale depuis les dix dernières années nous conduit d'emblée à poser certaines questions fondamentales : en quoi ces technologies représentent-elles une mutation technologique et industrielle majeure ? Quels sont les principaux enjeux économiques identifiables ? Peut-on parler de la mise en place d'une véritable filière technologique ? Quel est l'état de l'avancement économique de ces technologies dans le monde et au Canada ? Toutes ces questions majeures sont l'objet du présent chapitre introductif.

■ **Les biotechnologies industrielles : de quoi parle-t-on au juste ?**

Les biotechnologies représentent l'aboutissement fondamental des progrès mutuels de l'informatique et de la biologie classique. On retiendra la définition suivante : « Les biotechnologies sont l'ensemble des méthodes, des procédés et des techniques qui, appliqués à des micro-organismes, cellules humaines, animales ou végétales ou à des fractions de celles-ci, visent à concevoir, développer et produire de nouvelles molécules et cellules, de nouveaux organismes et procédés ou encore à améliorer ceux déjà existants, en vue d'une exploitation industrielle, soit la production ou l'amélioration de biens et services et leur mise en marché⁷. »

Indiquons simplement que derrière le terme *biotechnologie* se cachent trois champs industriels et technologiques stricts, à savoir :

- ▶ le génie génétique (science des gènes) et, par extension, la génétique industrielle ;
- ▶ le génie enzymologique (science des protéines) et, par extension, l'enzymologie industrielle ;

7. Définition issue de Legault, Grysole et Associés Inc., « Les biotechnologies au Québec : la conquête d'un nouveau marché », Montréal, mars 1989, 35 p.

► le génie microbiologique (science des micro-organismes) et, par extension, la microbiologie industrielle.

Or, ces trois champs d'activités, totalement nouveaux dans le paysage industriel depuis ces vingt-cinq dernières années, viennent bouleverser l'ensemble des méthodes de production en vigueur et permettent d'avoir accès à des techniques qui décuplent les capacités de nombreux processus industriels. Ces développements conduisent à des possibilités nouvelles d'une large utilisation industrielle et, simultanément, à un abaissement des coûts pour des produits générant de la valeur ajoutée. Les développements et les innovations en matière de biotechnologie permettent non seulement d'utiliser certains produits déjà existants dans de meilleures conditions, mais aussi de les employer dans des domaines totalement nouveaux (p. ex., chimie fine et bioélectronique). Il est clair que, du point de vue industriel, les biotechnologies constituent une mutation considérable, dont l'époque actuelle ne représente que les prémices. Retenons simplement que c'est l'ensemble de ces propriétés qui intéresse les investisseurs et le monde industriel pour toute une série d'applications particulièrement lucratives dans de très nombreux domaines.

■ Biotechnologies et activités économiques stratégiques

Les biotechnologies partagent, avec l'électronique et les technologies de l'information, plusieurs caractéristiques qui viennent renforcer leur potentiel : elles sont fondées sur les sciences. Or, les données scientifiques étant l'élément le plus important du développement technologique, l'écart entre les progrès des sciences fondamentales et leurs applications industrielles va en diminuant. La plupart des agences gouvernementales liées au développement économique s'attendent à ce que les biotechnologies donnent une impulsion majeure dans toute une série de secteurs (p. ex., l'ingénierie des équipements)⁸. De fait, les biotechnologies dites *classiques* (produits de

8. National Research Council (US) – Committee on Japan-United States – Japan Foundation, « US-Japan Technology Linkages in Biotechnology: Challenges for the 1990s », Washington DC, National Academy Press, 1992 ; Office of Technology Assessment (OTA), *Commercial Biotechnology – An International Analysis*, Washington DC, Congress of the USA, 1984 ; OTA, *New Developments in Biotechnology (4): US Investment in Biotechnology*, Washington DC, Congress of the USA, 1988 ; OTA, *Biotechnology in a Global Economy* ; OTA, *Genetic Technology* ; OTA, Congress of the United States, *New Developments in Biotechnology: Patenting Life*, New York, Marcel Dekker Inc., 1990 ; R.T. Yuan, *Biotechnology in Western Europe, International Trade Administration*, Washington DC, Congress of the USA, US Department of Commerce, 1987 ; Centre des Nations Unies sur les Sociétés Internationales, *Transnational Corporations in Biotechnology*, New York, Nations Unies, 1988 ; Ministère des Affaires étrangères (France), *Biotechnologies (1990-1991)*, Paris, 250 p.

fermentation) concernent déjà depuis plusieurs années une activité économique importante tant dans le secteur pharmaceutique (vaccins) que dans l'industrie des aliments et des boissons fermentés (yaourt, bière, vin, lait).

Le perfectionnement, l'intensification et l'automatisation des biotechnologies *classiques* (appelées couramment biotechnologies de 1^{re} génération) ainsi que les développements des biotechnologies *modernes* (génétique et enzymologie, des activités connues sous le nom de biotechnologies de 2^e génération) contribuent au développement de la bio-industrie, c'est-à-dire les interventions des procédés biologiques dans l'activité industrielle (figure 1). Ainsi, les biotechnologies *modernes* constituent le moyen de développer des produits existants (dans le cadre de conditions économiques nouvelles) et des produits entièrement nouveaux – impossibles à fabriquer par des procédés traditionnels.

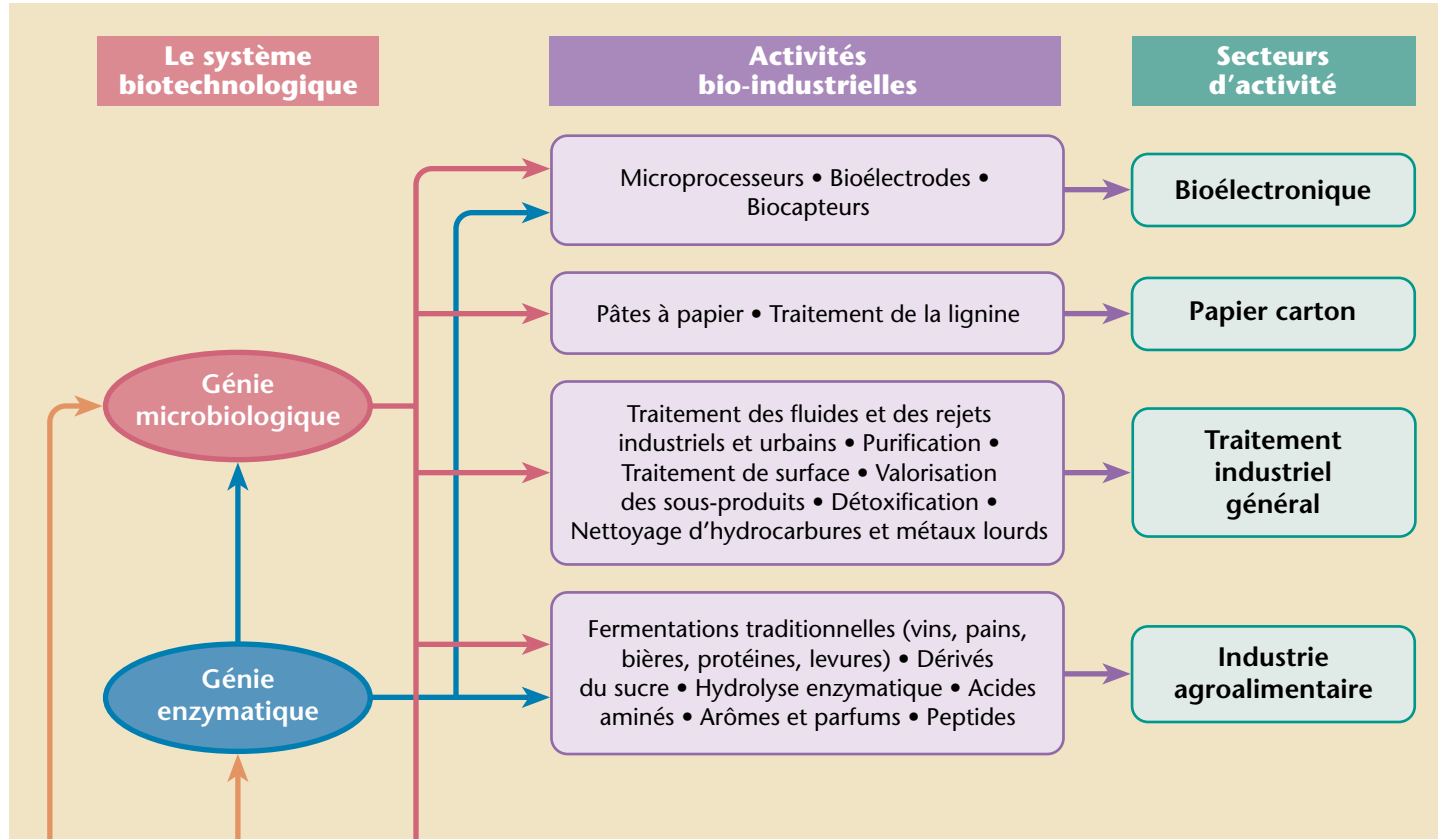
Notons que les entreprises qui œuvrent dans cet univers technologique se différencient par rapport à l'une ou l'autre de la génération biotechnologique pratiquée. On retrouvera donc cette distinction tout au long de notre étude.

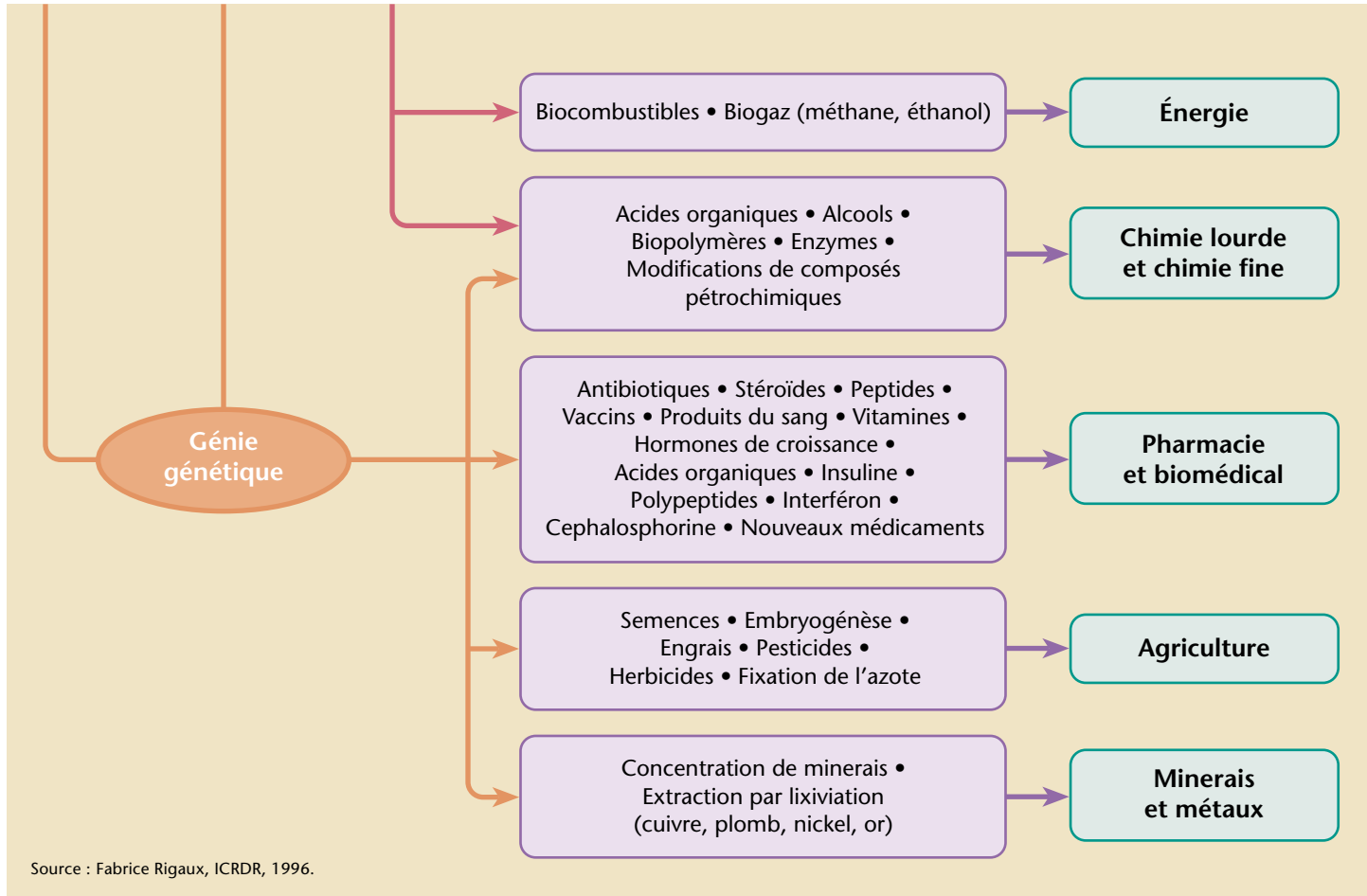
Les biotechnologies industrielles pénètrent actuellement deux grands secteurs. Le premier, que l'on peut appeler groupe de pénétration prioritaire, comprend les industries agricoles et agroalimentaires, chimiques, minières, pharmaceutiques et biomédicales, énergétiques, de l'équipement et de l'instrumentation (bioélectronique, biosenseurs, contrôles de processus, matériel pour la biologie moléculaire, bioinformatique, etc.) et de l'environnement (traitement industriel et urbain, traitement de surface). Le second groupe, ou groupe de pénétration secondaire, est constitué des industries aéronautiques et spatiales, des industries textiles, des industries militaires et, enfin, des industries des matériaux. Étant donné la diversité des interventions, le rôle actuel des biotechnologies au sein de grands secteurs tel le secteur agricole, celui de la chimie, de l'agroalimentaire, de la pharmacie et, enfin, de l'environnement sera présenté.

Présentement, au sein du secteur agricole, les biotechnologies industrielles concernent l'industrie des semences et des pesticides avec, comme objectif principal, l'augmentation des rendements. En agriculture, l'intervention des biotechnologies n'est pas un phénomène nouveau, mais de récentes applications issues du génie génétique et de ses dérivés ont déjà d'importantes applications. Ces nouvelles technologies ne se substituent pas aux anciennes, mais associées, elles

Figure 1

Croquis de synthèse : la continuité industrielle en biotechnologie





Source : Fabrice Rigaux, ICRDR, 1996.

apportent un renouveau d'efficacité. Du reste, les parts de marchés mondiales des semences génétiquement modifiées ne cessent de croître depuis ces dernières années.

Le secteur de la chimie est graduellement concerné à tous les stades de la production. Actuellement, les biotechnologies jouent un rôle principalement dans la production des dérivés de l'amidon (cosmétiques, textiles, colorants, etc.) ; des polymères industriels (abrasifs, lubrifiants, adhésifs, etc.) et des enzymes (nettoyage, produits de dégradation des huiles et des hydrocarbures, etc.).

Au sein du vaste secteur agroalimentaire, nous l'avons vu, les procédés de fabrication sont d'ores et déjà modifiés par ces technologies, notamment dans les activités de fermentation. Il en est de même pour les secteurs moins traditionnels situés aux frontières de la chimie fine qui produisent des additifs alimentaires. Les industries les plus touchées sont celles des produits dérivés de l'amidon du maïs, des protéines destinées à l'alimentation animale et humaine, des levures de distillerie et, enfin, des sous-produits laitiers.

Dans le secteur minier, l'utilisation graduelle des biotechnologies permet l'extraction largement facilitée de métaux (lixiviation). Ces procédés, qui font appel à des bactéries, connaissent depuis peu une ampleur compte tenu de leur aspect sécuritaire et particulièrement efficace, en réduisant à l'extrême les dangereuses interventions humaines et en récupérant des quantités nettement plus importantes de produits miniers (or, cuivre, plomb, nickel). Leur mise en œuvre demeure complexe, mais se généralise.

Au sein du secteur énergétique, les biotechnologies interviennent essentiellement dans la production d'éthanol et de gaz méthane. Les procédés biotechnologiques ont l'avantage de répondre simultanément aux problèmes du recyclage énergétique et à la pénurie d'hydrocarbures. En effet, l'énergie peut être récupérée dans les installations de dépollution biologique, et les résidus toxiques peuvent être extraits des eaux par les méthodes biotechnologiques.

La maîtrise de ces procédés fait que le secteur de la protection environnementale connaît un grand développement, notamment en ce qui a trait à la gestion des contraintes industrielles (traitement des effluents et valorisation de sous-produits). Du reste, l'abandon graduel des techniques basées sur des produits de synthèse rend ce secteur particulièrement sensible à l'ensemble des techniques déployées en biotechnologie.

Au sein du secteur de la pharmacie et du biomédical, les biotechnologies sont actuellement déjà utilisées pour fabriquer un grand nombre de produits dans divers domaines. Le premier créneau bio-industriel majeur intéresse plus spécifiquement l'immuno-industrie, c'est-à-dire les antibiotiques et les vaccins qui sont pratiquement tous fabriqués par fermentation. L'industrie des antibiotiques a débuté au cours de la Seconde Guerre mondiale aux États-Unis et ce pays reste le premier dans ce domaine. Les antibiotiques représentent entre 8 et 10 % du chiffre d'affaires mondial de l'industrie pharmaceutique. Présentement, on assiste à un développement important de cette production utilisée en phytopharmacie (protection des plantes) ou en thérapie vétérinaire (protection des cheptels). Quant à l'industrie des vaccins, on peut désormais, grâce au génie génétique, abaisser sensiblement les coûts de production. Or, le coût des vaccins classiques faisait que, même dans les pays développés, leur emploi préventif restait faible. Aussi, ces technologies permettent désormais une production à une échelle jusqu'ici inconnue.

Les autres activités fortement concernées touchent d'abord les médicaments nouveaux : les vitamines (B_6 , B_{12} et C) ; les hormones à très haute valeur ajoutée, après manipulations génétiques (fabriquées depuis cinq ans) ; l'insuline humaine ; l'ovalbumine et les hybridomes (produits antiviraux et anticancéreux). Vient ensuite l'industrie des réactifs pour les analyses biologiques et le diagnostic médical. Ces produits réactifs recouvrent l'ensemble des spécialités propres à l'analyse biologique humaine⁹.

En bref, en prenant l'exemple de quelques grands secteurs seulement, les biotechnologies apparaissent comme un ensemble de technologies à haute valeur ajoutée dont la cohérence s'affirme davantage un peu plus tous les jours. Mais peut-on, pour autant, parler de la création d'une nouvelle filière industrielle ?

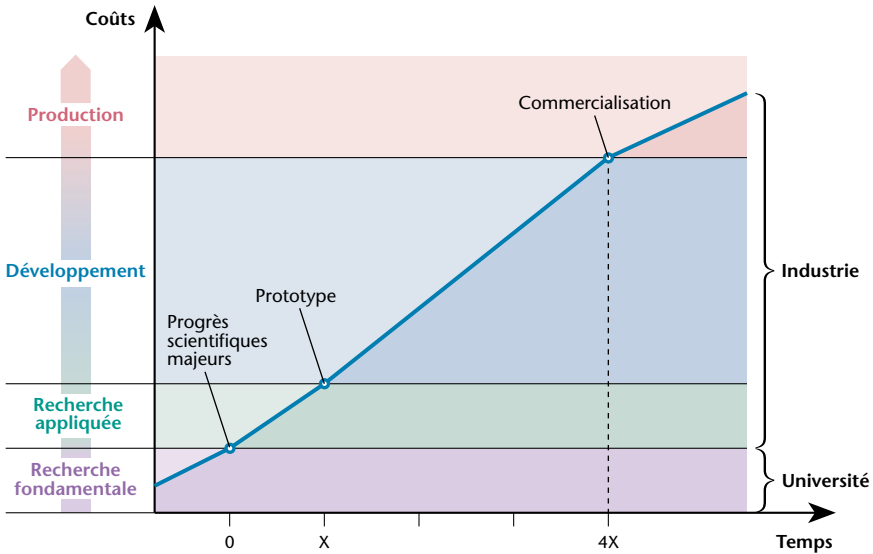
■ S'agit-il d'une nouvelle filière industrielle ?

En fait, le terme « biotechnologie » a émergé avec les possibilités de plus en plus grandes de concevoir la transposition industrielle et technologique des découvertes et des connaissances en biologie. Généralement, quand une technologie sort de la recherche fondamentale, de nombreuses années se sont passées pour aboutir à des

9. On notera que selon les études du Syndicat National de l'Industrie Pharmaceutique de France (SNIP), le marché mondial de l'analyse biologique croît au rythme actuel de 8 %. Il représente 21 % du marché mondial du biomédical.

applications pratiques. Le plus souvent, de longs délais sont nécessaires pour la mise en place d'étapes de développement, de recherches appliquées, de conception de prototypes et, au stade final, pour la fabrication et la commercialisation. Dans le cas des biotechnologies, les résultats obtenus (pensons aux premières expériences de recombinaison génétique, par exemple, dans les années 1970) ont été appliqués très rapidement, même si la production industrielle s'est toujours située à moyen terme (figure 2).

Figure 2
De la recherche fondamentale à la commercialisation :
le modèle élaboré pour la production biotechnologique



Source : Adapté d'après *La biotechnologie : évolution du rôle des pouvoirs publics*, Paris, OCDE, 1988.

Ces délais dans les processus de développement en biotechnologie trouvent leur justification dans le fait que ces technologies génèrent de nouvelles complexités. Par exemple, la génétique industrielle se trouve en position intermédiaire entre la recherche fondamentale et les possibilités d'exploitation commerciale presque instantanées ; les procédures légales de développement des produits s'en trouvent transformées (autorisations pour la réalisation d'infrastructures hautement spécialisées, contrôle des produits à base d'éléments génétiquement modifiés pouvant être dispersés dans l'environnement proche, procédures longues pour les dépôts de brevet, etc.).

Ce que l'on nomme la *bio-industrie* est en fait la phase industrielle de masse, permise et suscitée par les biotechnologies, en amont comme en aval, pour toute une série de secteurs. Pour autant, il semble que parler de *filières industrielles* n'est peut-être pas aussi simple à première vue. En effet, les biotechnologies ne semblent pas s'insérer complètement dans ce que l'on nomme couramment une *filière industrielle*, tout au moins selon la définition suivante : « un ensemble articulé d'activités économiques intégrées, intégration consécutive à des articulations de marchés, de technologies et de capitaux¹⁰. » Certains s'interrogent même sur la pertinence de la notion de *filière* pour les biotechnologies, car le plus souvent il s'agit d'un croisement de techniques, fait d'une multitude de disciplines qui s'enchevêtrent. Quant au marché, il reste souvent à créer.

Nous avons mentionné que les biotechnologies industrielles présentent des potentialités (avérées) de diffusion dans plusieurs secteurs industriels. Or, cet aspect multisectoriel favorise l'émergence d'activités de conception et de production tout autour : les bio-industries sont en définitive des industries qui ont un caractère transverse. Elles ouvrent, au même moment, la possibilité pour des entreprises ayant les capacités de maîtriser les biotechnologies, à des stratégies d'expansion vers des activités différentes de leurs activités de base.

La question apparaît donc simple : existe-t-il une cohérence dans le développement d'une *filière industrielle* intégrant les biotechnologies ? Les techniques utilisées dans chaque recherche sont trop différentes pour que les innovations biotechnologiques suivent un processus qui les feraient passer, de manière directe, de la recherche fondamentale à la recherche appliquée, puis à l'exploitation industrielle et commerciale. La démarche attire l'attention sur le fait qu'une innovation biotechnologique se trouve dans l'une ou l'autre des trois étapes suivantes : au niveau de la conception, les « biosciences » ; au niveau de la mise en place des outils technologiques, les « biotechnologies » ; au niveau de la production et de la diffusion, les « bio-industries » ; ou bien engagée dans les trois à la fois au même moment. Le processus d'innovation intervient à la fois sur le plan de la recherche fondamentale et sur le plan de la production. Il est important de voir également qu'une chaîne de production en biotechnologie peut nécessiter des travaux complémentaires de recherche

10. A. Toledano, « À propos des filières industrielles », *Revue d'Économie Industrielle*, n° 6 (4^e trimestre, 1978).

fondamentale. Par ailleurs, certaines activités peuvent, sans inconvénient, être faites dans des lieux différents de celui du centre de production principal.

Autrement dit, les biotechnologies n'ont pas encore créé de *filières* au sens traditionnel du terme. Elles ont créé une articulation qui ressemble à une *filière*, mais elles n'en recouvrent pas encore complètement les caractéristiques comme la filière « bois » ou « pêche », en chaîne complète, allant des producteurs de base en passant par des intermédiaires et des transformateurs.

Elles représentent un cas type de technologies au contenu scientifique important qui diffuse transversalement au sein d'une grande partie de l'appareil productif. Les bio-industries se définissent comme le domaine productif regroupant l'ensemble des activités marchandes de conception et production de savoir et de savoir-faire, d'outils, de processus et d'équipements biotechnologiques destinés à une utilisation productive dans diverses branches de l'appareil industriel. Les bio-industries définissent les matières de base (micro-organismes, tissus cellulaires), la mise au point et la production d'outils biologiques, de même que des procédés (agencement de la chaîne de production, automatismes, contrôles informatiques, etc.) relatifs à l'utilisation du « vivant » et de ses propriétés dans la production industrielle courante.

Selon des études récentes, ces bio-industries détiennent au sein du système productif la place de fournisseuses de biens et de services de production. De même, il appert que les procédés et les outils proposés par les bio-industries présentent non seulement des innovations d'amélioration des techniques existantes, mais aussi des procédés nouveaux, venant ou non en substitution à l'existant, ainsi que nous l'avons déjà mentionné. Cet état de fait explique, par exemple, que le manuel canadien *Classification type des industries*, 1980, 4^e éd. est inopérant pour toute démarche de repérage.

Ainsi, en tant que fournisseuses de biens d'équipement de consommation intermédiaire et de services, les bio-industries se présentent-elles avant tout comme productrices d'innovation. Cet aspect est fondamental, car il permet de mieux comprendre les stratégies industrielles envisagées dans le cadre de ces technologies.

L'observation des stratégies développées depuis une quinzaine d'années autour des bio-industries fait ressortir que les entreprises les plus présentes proviennent pour beaucoup de la pharmacie et de la chimie, deux secteurs caractérisés à la fois par l'existence de grandes

entreprises et par une forte activité de R et D¹¹ ; mais on relève aussi des situations très diverses. Les études de l'OCDE font remarquer la présence de sociétés n'ayant aucune expérience dans les produits biologiques et dont les stratégies d'accès aux biotechnologies industrielles ont été, au départ, plus financières qu'industrielles. Par ailleurs, quel que soit leur secteur d'origine, les sociétés concernées sont en général de taille assez importante et disposent d'une réelle capacité d'investissement. Si de petites sociétés bio-industrielles ont été actives en matière de R et D, elles se sont trouvées progressivement sous la domination de grands groupes, par le biais des contrats de recherche, ou plus directement par une participation dans leur capital et par leurs besoins en capitaux d'investissements. Ces différentes stratégies conduisent à s'interroger sur les relations qui se mettent en place entre les secteurs dont l'évolution technologique est liée au développement des biotechnologies industrielles et, plus largement, sur le comportement spatial induit de ces secteurs (rapprochement d'unités de R et D, concentration sur une ou plusieurs séquences industrielles spécifiques, localisation des établissements selon les degrés de sûreté industrielle)¹². Cet aspect renvoie donc directement à une problématique de développement industriel.

■ Biotechnologies et développement commercial

Les études menées par certains consultants privés en Amérique du Nord et en Europe occidentale (Ernst & Young Canada, KPMG Canada, Dafsa-Eurostaf), ainsi que plusieurs institutions internationales, dont la Banque mondiale et l'OCDE, estiment à plus de 6 000 les entreprises liées aux biotechnologies industrielles dans le monde dont 3 000 sont exclusivement rattachées à ce secteur. Au total, l'emploi mondial généré par ces activités est estimé à environ 350 000 personnes, et est en fort accroissement annuel. Les principales

11. S. Krimski, *Biotechnics and Society: The Rise of Industrial Genetics*, New York, Praeger Publishers, 1991 ; P. Daly, *The Biotechnology Business: A Strategic Analysis*, Totawa, New Jersey, Frances Pinter Ltd., 1985.

12. On peut consulter J. Stephan Goetz et R. Shannon Morgan, « State-Level Locational Determinants of Biotechnology Firms », *Economic Development Quarterly*, vol. 9, n° 2 (mai 1995), p. 174-184 ; Janet E. Forrest et Fred C. Manning, « Measures of Effectiveness of New Technology Based Firms: The Case of the New Biotechnology Industry », *Journal of Small Business*, vol. 7, n° 10 (1989) ; et concernant le chapitre de la sûreté industrielle, Conseils et Vérification Canada, *La gestion des risques biologiques : plus particulièrement des risques associés à la biotechnologie*, étude préparée pour Protection civile Canada, Ottawa, 1995 ; Cantox Inc. et Goodfellow Consultant Inc., « Évaluation des risques potentiels associés à l'utilisation d'agents biologiques (naturels ou modifiés) en milieu de travail », étude préparée pour la Direction de la sécurité et de la santé au travail, Travail Canada, novembre 1993.

entreprises se localisent, par ordre, en Amérique du Nord, au Japon et en Europe occidentale.

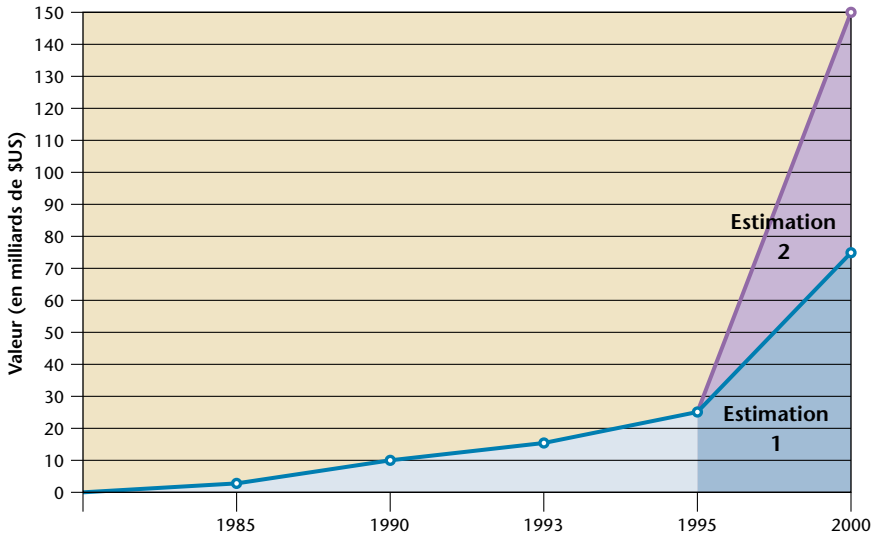
Les États-Unis arrivent premiers, avec des activités biotechnologiques très développées et diversifiées depuis plus de vingt ans, surtout dans la génétique et l'enzymologie industrielle. Ce sont globalement 1 500 entreprises qui œuvrent dans les biotechnologies de base pour un peu moins de 100 000 employés. Le Japon regroupe moins d'entreprises, mais il réalise des concentrations considérables, environ 500 entreprises pour 50 000 employés, sur la microbiologie industrielle, notamment. L'Union européenne, en troisième position, dispose d'un savoir-faire dans certaines séquences industrielles et compte environ 400 entreprises de base pour un effectif de 15 000 personnes.

Ces technologies apparaissent aussi dans d'autres régions du globe. On note un mouvement en Australie (40 entreprises pour 600 personnes) ainsi qu'en Asie du Sud-Est (une dizaine de sociétés liées au secteur agroalimentaire), notamment à Singapour, en Thaïlande, dans le sud de la Chine et marginalement en Inde. En Amérique du Sud les quelques expériences réussies pour le secteur alimentaire ont vu le jour en Argentine et au Chili.

Selon plusieurs études menées au cours des deux dernières années, le marché mondial des produits issus des biotechnologies tourne autour des 25 milliards de dollars américains pour 1995, alors qu'il n'était que de 2,5 milliards de dollars en 1985. Ces chiffres sont communiqués sous la forme d'ordres de grandeur, du fait des difficultés à singulariser les chiffres d'affaires biotechnologiques en dehors des secteurs de production traditionnels. Il s'agirait donc d'une croissance exceptionnelle, sans discontinuité, qui pourrait atteindre entre 75 et 150 milliards de dollars américains d'ici cinq ans, selon les prévisions (figure 3).

Dans ce contexte les secteurs de la santé et de l'agroalimentaire apparaissent comme les meilleurs vecteurs actuels et virtuels pour les biotechnologies en ce qui concerne les parts de marché. Viennent ensuite les secteurs de l'agriculture, de l'instrumentation et de l'équipement, de la chimie, ainsi que du traitement industriel et urbain (secteur de l'environnement) (tableau 1).

Figure 3
Évolution du marché mondial des produits issus
des biotechnologies, tous secteurs confondus, 1985-2000



Source : Commission de l'Union européenne, 1992 et 1994 ; Infobiotech, 1996 ; Institut canadien de biotechnologie, 1996 ; Ernst & Young, 1995 et 1996 ; compilation de Fabrice Rigaux.

Tableau 1
Évolution mondiale des parts de marché des produits issus
des biotechnologies dans les principaux secteurs d'activités
(en pourcentage de chaque secteur)

Année	Pharmacie – santé	Agro-alimentaire	Traitement industriel et urbain	Agriculture	Chimie	Équipement – instrumentation
1985	1,0	8,0	2,0	2,0	< 1,0	2,0
1990	3,0	9,0	3,0	4,0	1,5	4,0
1995	6,0-7,0	10,0-11,0	8,0	6,0	2,0	8,0
2000 (estimation)	15,0-20,0	15,0-17,0	< 20,0	10,0-14,0	6,0-7,0	14,0-16,0

Source : Ibid.

Il apparaît clairement que le rythme des activités internationales novatrices, la croissance de la production, ainsi que celle de la valeur ajoutée des produits dérivés des biotechnologies ont largement favorisé les États-Unis. Lorsqu'on examine les demandes de brevets en biotechnologie aux États-Unis, au sein de l'Union européenne et au Japon, on constate que leur nombre est passé de 1 100 par année au début des années 1980 à 3 350 en 1990. Les statistiques de l'Office européen des brevets (1995) indiquent une évolution similaire : entre 1980 et 1991, les demandes de brevets dans les biotechnologies ont été multipliées par 10, la plupart émanant de sociétés établies aux États-Unis.

De fait, depuis le début des années 1970, l'attrait pour les biotechnologies a suscité la création de centaines d'entreprises dans le monde, dont près de la moitié aux États-Unis (notamment entre 1970 et 1985). La prédominance de ce dernier au sein des petites et moyennes entreprises est à souligner. Ce phénomène semble s'expliquer par la tradition d'entrepreneuriat des milieux universitaires et par la disponibilité du capital-risque. Les progrès les plus spectaculaires ont été réalisés par les *nouvelles sociétés de biotechnologie* américaines, pour la plupart des petites et moyennes entreprises. Elles ont assuré et assurent encore une grande partie des recherches les plus risquées, constituant des centres de recherche d'avant-garde.

À la suite de puissants accords avec des sociétés industrielles à caractère multinational (p. ex., pharmacie-chimie), de nombreuses sociétés de biotechnologie aux États-Unis ont souvent été absorbées. Après des débuts difficiles (1970-1980), ces sociétés réalisent depuis le début des années 1980 des investissements considérables dans ce secteur. Les chiffres (OCDE, Union européenne et Office of Technology Assessment des États-Unis) laissent apparaître des investissements annuels de l'ordre de 200 à 300 millions de dollars américains en R et D. De plus, plusieurs entreprises américaines disposent de compétences rares et se développent de manière autonome en obtenant des contrats de recherche substantiels des grandes entreprises américaines. En Europe occidentale, ce sont les entreprises multinationales qui, à partir surtout de 1985, ont commencé à investir fortement dans les biotechnologies. Ces investissements se concrétisent en grande partie par des alliances diverses avec des petites sociétés de biotechnologie américaines. Par ailleurs, des accords de développement stratégiques sont en cours de réalisation au sein d'importantes entreprises pharmaceutiques, chimiques et agroalimentaires de l'Union européenne. Au Japon, d'importantes sociétés chimiques et

pharmaceutiques investissent massivement et semblent rattraper le niveau d'investissement américain. Dans ce pays, ce sont près de 150 groupes industriels qui utilisent couramment les biotechnologies dans leur production. Les experts de l'OCDE estiment qu'à lui seul le marché japonais pourrait atteindre raisonnablement les 35 milliards de dollars américains d'ici cinq ans, ce qui est considérable.

D'autres pays participent activement au développement des biotechnologies industrielles à des niveaux différents : la Suisse (forte concentration en chimie organique), les Pays-Bas (préparations pour l'agroalimentaire, procédés, recherche fondamentale), le Danemark et la Suède (enzymologie industrielle) ainsi que le Canada (diversification dans le domaine des ressources, le biomédical, les biotechnologies marines). Comme on peut le constater au tableau 2, d'importants développements se produisent au sein des pays de la triade (Japon, Union européenne et États-Unis).

Tableau 2
Indicateurs de la croissance des biotechnologies
pour les trois principales zones concernées :
États-Unis – Japon – Union européenne

Pays – zone géographique	Chiffres d'affaires (en milliards de \$US)			Taux de croissance 1992-1995	Augmentation de l'emploi lié 1992-1995
	1992	1995	2000 (estimation)		
États-Unis	> 8,0	> 10,0	52,0	env. 30,0 %	15,0 %
Japon	3,8	4,9	35,0	29,0 %	10,0 %
Union européenne	3,1	4,2	30,0	34,4 %	8,0 %
Total estimé et moyennes	> 15,0	> 20,0	117,0	env. 31,0 %	env. 11,0 %

Source : Bulletins de la Commission de l'Union européenne, 1992, 1993 et 1995 ; compilation de Fabrice Rigaux.

Ces chiffres ne doivent pas non plus faire oublier le rôle fondamental des politiques gouvernementales. En effet, depuis le début des années 1980, la plupart des pays industrialisés ont désigné le champ des biotechnologies comme priorité nationale dans leurs stratégies de développement technologique. Les ressources investies par les gouvernements et les moyens mis en œuvre diffèrent cependant selon la taille et le type d'infrastructure industrielle ainsi que selon le type de culture politique des pays (p. ex., interventionnisme). D'une manière générale, les gouvernements ont opté pour un soutien sous

la forme de partenariats aidés (p. ex., lors de rapprochement avec des institutions de recherche publiques) afin d'encourager le développement industriel (facilités réglementaires et fiscales). Les États-Unis regroupent environ 25 000 chercheurs en biotechnologie et les dépenses fédérales sont évaluées annuellement à 5 milliards de dollars américains. Les efforts publics portent presque tous sur l'aide au transfert de connaissances vers les entreprises. Viennent ensuite le Japon, la France et l'Allemagne qui consacrent le plus de ressources (entre 400 et 600 millions de dollars américains par an). Au Japon, le ministère du Commerce international et de l'Industrie encourage depuis plus de quinze ans la formation de groupes industriels gigantesques dans ce secteur.

Dans les pays à plus faible capacité financière, on retrouve : l'Australie, qui a recours à des aides fiscales de l'ordre d'une vingtaine de millions de dollars américains ; le Danemark, qui consacre lui aussi 20 millions de dollars en R et D publique ; ainsi que la Suède et les Pays-Bas, qui y consacrent près de 40 millions. Au total, les interventions des pays membres de l'Union européenne font de cette zone le troisième pôle mondial de ce champ industriel et technique.

Au Canada, le développement des biotechnologies n'est pas récent. Cependant, ce n'est qu'au milieu des années 1980 que plusieurs industriels importants ont décidé de la diffusion de ces technologies et des nouveaux produits qui leur sont liés. Considéré comme un pays pouvant bénéficier avantageusement des biotechnologies industrielles, le Canada développe une stratégie mixte – producteur de base, d'une part, et sous-traitant, d'autre part¹³. Il apparaît que les activités strictes en biotechnologie industrielle sont moins importantes qu'aux États-Unis et au Japon et correspondent plutôt au profil des activités européennes¹⁴. Un peu plus de 800 entreprises formaient le corps industriel en 1995, tant du côté des biotechnologies de *1^{re} génération* que de celui des biotechnologies de *2^e génération*. Il faut ajouter un second groupe, environ 170 entreprises, qui constituent les relais commerciaux, financiers, logistiques, publicitaires et juridiques. Au total, près d'un millier de sociétés travaillent dans des secteurs très différents et participent à des niveaux variables à la fabrication, à la

13. Gouvernement du Canada, *Stratégie d'exportation du Canada : Biotechnologies*, Série : Plan de commerce international, Ottawa, Approvisionnements et Services, 1995 ; James G. Heller, « Highlights From the Recent Background Economic Study of the Canadian Technology Industry », *Canadian Biotechnology Directory*, Georgetown, Contact International, 1996.

14. « Biotechnology Opportunity for Canadian Companies », *Research & Development Bulletin*, n° 219 (juillet 1991).

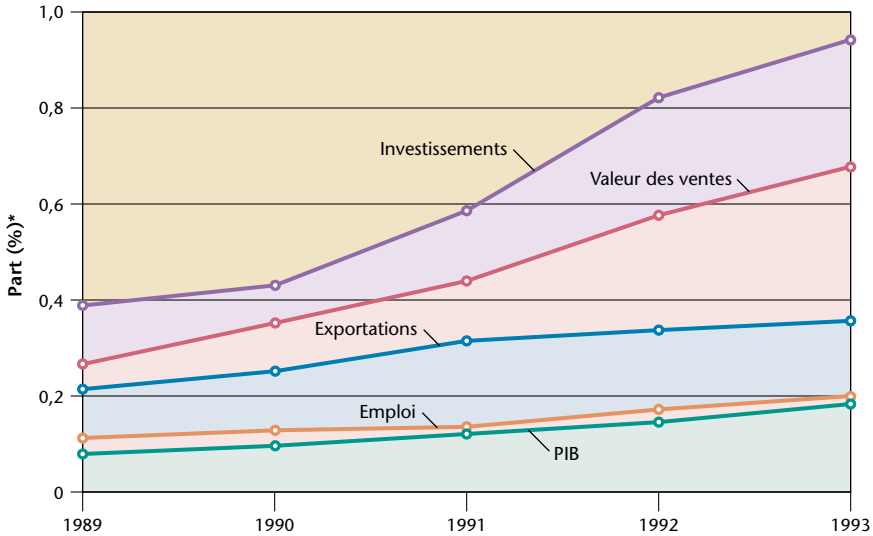
commercialisation ou à la diffusion d'environ 900 types de produits. En 1995, le statut de ces firmes se répartissait ainsi : 61 % sont des entreprises privées, 30 % sont d'origine publique (universités, laboratoires gouvernementaux, centres de transfert de technologie), 6 % représentent des associations d'intérêts industriels ou à but non lucratif et 3 % sont représentées par les services hospitaliers. De plus, la plupart des sociétés du secteur privé appartiennent à des intérêts canadiens (85 %).

Selon le ministère des Affaires étrangères et du Commerce international du Canada, le *Canadian Biotechnology Directory* (1996) et le bureau d'expertise J. G. Heller Consulting Inc. (Toronto), ces entreprises ont investi plus de 991 millions de dollars canadiens en R et D ces deux dernières années, pour un accroissement des dépenses estimé à 41 % entre 1989 et 1993. Au total, les entreprises employaient, en 1995, plus de 24 000 personnes dans le domaine des biotechnologies, dont près de 8 000 affectées à la R et D. Les ventes annuelles ont été évaluées à 2,3 milliards de dollars pour 1994, pour une dépense de R et D biotechnologique équivalente. Les exportations de produits canadiens issus des biotechnologies ont totalisé environ 750 millions de dollars en 1993, dont 109 millions provenaient des produits de la génétique. Plus de 60 % des ventes sont faites à l'extérieur du Canada, essentiellement aux États-Unis, en Europe de l'Ouest, au Japon et en Corée du Sud.

Selon J.G. Heller, l'industrie canadienne des biotechnologies a vu sa part croître rapidement durant la période 1989-1993, pourtant considérée comme difficile pour l'ensemble de l'économie du pays. Ainsi, selon ses calculs, la valeur des ventes de même que l'investissement en biotechnologie, auraient plus que doublé, alors qu'au même moment le déficit commercial au titre de cette technologie aurait quasiment triplé, passant de 147 millions de dollars en 1989 à 430 millions de dollars en 1993 (figures 4 et 5). Les importations en matière de soins de santé expliqueraient ce phénomène. De même, on perçoit rapidement, à partir des données du tableau 3, que les principaux secteurs industriels concernés relèvent du domaine des technologies médicales et de la pharmacie (310 entreprises pour 31 % du total), du secteur du traitement industriel et urbain (150 entreprises pour 15 % du total) et du secteur agroalimentaire (fermentation et alimentation) (69 entreprises pour 7 % du total). Viennent ensuite les secteurs des dérivés horticoles et aquacoles (72 et 35 entreprises, respectivement), celui de la biochimie (15 entreprises) et ceux des produits vétérinaires et des cosmétiques (35 et 14 entreprises,

respectivement). Selon Industrie Canada, l'ensemble du secteur connaît une croissance exceptionnelle. Ainsi, une enquête menée récemment auprès des industriels révèle que, de 1989 à 1993, les ventes ont augmenté à un taux annuel moyen de 24 %¹⁵. Les taux enregistrés pour les exportations et l'emploi sont de 19 et de 14 %, respectivement. La distribution des entreprises spécialisées par secteurs au Canada suit la tendance mondiale : 40 % des entreprises industrielles spécialisées le sont dans le secteur biomédical, 20 % dans le secteur agroalimentaire et un peu moins de 15 % dans le secteur du traitement industriel et urbain, minier et énergétique.

Figure 4
Importance des biotechnologies dans l'économie canadienne : évolution de quelques indicateurs, 1989-1993

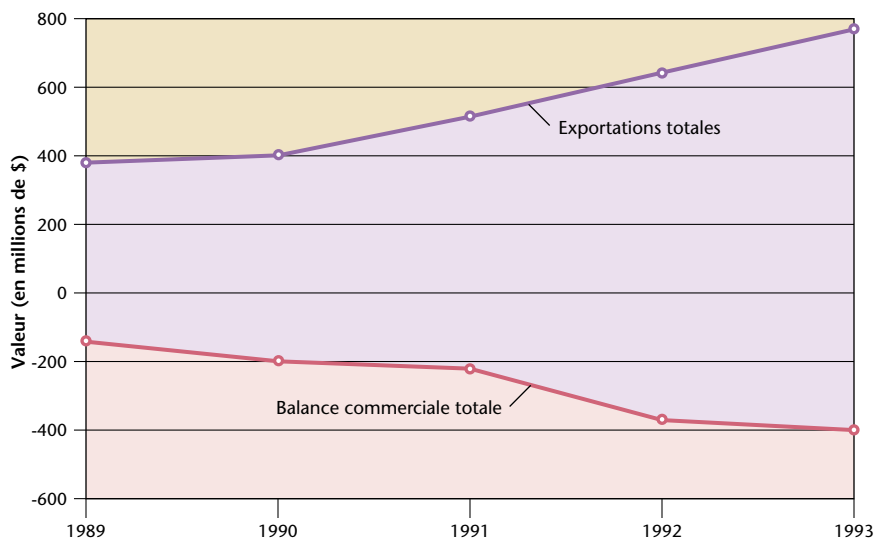


Source : Réalisé et adapté d'après J. G. Heller Consulting Inc. (pour Environnement Canada, Santé Canada et Industrie Canada), *Étude économique de fond de l'industrie canadienne de la biotechnologie*, juin 1995.

* Calculs réalisés par J. G. Heller Consulting. L'enquête de ce consultant est basée sur un échantillon aléatoire « stratifié » à partir d'un groupe de 538 sociétés correspondant à la définition canadienne des biotechnologies. Les « strates » ont été établies en fonction du nombre d'employés par entreprise et catégorie d'entreprises. L'analyse économique a été effectuée au moyen d'une méthode de répartition sectorielle. Le consultant indique que le taux de réponse de l'enquête a atteint 89 %.

15. James G. Heller Consulting Inc., « Étude économique de base de l'industrie canadienne de la biotechnologie ».

Figure 5
Exportations et balance commerciale de l'industrie canadienne de la biotechnologie : évolution, 1989-1993



Source : Ibid.

Des données chiffrées ont été compilées à l'aide d'une approche sectorielle¹⁶. Ainsi, dans l'ensemble du secteur industriel canadien de la santé, les entreprises de biotechnologie représentent près de 48 % du total des intervenants. Il comprend les concepteurs et les fabricants de produits diagnostiques et thérapeutiques, d'une part, et les fournisseurs de produits réactifs, d'autre part. Ce groupe a reçu la plus grande part de l'investissement d'origine privée en biotechnologie dans le pays (estimation de plus de 150 millions de dollars pour 1993 et d'au moins autant pour 1994). Pour la période 1989-1993, les taux annuels moyens de croissance pour les ventes (27 %), les exportations (50 %) et l'emploi (17 %) étaient bien supérieurs au taux moyen pour l'ensemble de l'industrie canadienne. En 1993, les ventes canadiennes de produits biotechnologiques médicaux ont atteint un taux record de 1 milliard de dollars et les exportations, celui de 300 millions de dollars. Actuellement, devant le double obstacle de la réduction du coût des soins de santé et de la nécessité de la R et D, ce secteur multiplie les accords stratégiques au niveau mondial dans de nombreux domaines, par exemple, les coopérations techniques,

16. Recoupements effectués par Industrie Canada et le MAECI – 1995 sur des résultats de 1993-1994.

Tableau 3

Répartition du secteur entrepreneurial prenant en charge le développement des biotechnologies industrielles au Canada

	1992		1995	
	Nombre	% du total	Nombre	% du total
■ Sociétés de service				
Finances	7	0,8	13	1,3
Support logiciel et bioinformatique	9	1,1	14	1,4
Transfert de technologie	15	1,8	24	2,4
Ingénierie	46	5,5	55	5,6
Support juridique – publicitaire – marketing	28	3,3	39	4,0
Équipement et instrumentation	19	2,2	25	2,5
Sous-total – sociétés de service	124	14,7	170	17,2
■ Sociétés industrielles (1^{re} et 2^e génération en biotechnologie)				
Extraction minière	9	1,1	11	1,1
Énergie	9	1,1	10	1,1
Fermentation	11	1,3	12	1,2
Biochimie	12	1,4	15	1,5
Boissons et alimentation	48	5,7	57	5,8
Santé et biomédical	276	32,8	310	31,4
• Vaccins	28	3,3	34	3,4
• Produits thérapeutiques	120	14,3	140	14,2
• Produits diagnostiques	128	15,2	136	13,8
Horticulture et foresterie	57	6,8	72	7,3
Traitement industriel et urbain	138	16,4	150	15,2
Aquaculture et dérivés	30	3,6	35	3,6
Cosmétiques	10	1,2	14	1,4
Agriculture	88	10,5	97	10,0
Produits vétérinaires	29	3,5	35	3,6
Sous-total – Sociétés industrielles	717	85,3	818	83,0
Total Canada estimé (secteur privé)	841	100,0	988	100,0

Source : Canadian Biotechnology Directory, 1993-1996 ; BioCommerce Data, 1996 ; RADAR, 1995 – STRATEGIS, 1996 ; Infobiotech, 1996 ; Institut canadien de biotechnologie, 1996 ; compilation de Fabrice Rigaux.

scientifiques et commerciales. Il est sans aucun doute l'un des secteurs les plus en développement au Canada à l'heure actuelle.

L'immense secteur agroalimentaire constitue le deuxième plus grand groupe touché. Pour la période 1989-1993, les taux de croissance annuels moyens pour les ventes, les exportations et l'emploi étaient respectivement de 17,7 et 4 %. En 1993, les ventes de produits biotechnologiques agroalimentaires ont presque atteint 600 millions de dollars et les exportations, 400 millions de dollars. Les taux de croissance plus faibles dans ce secteur (en comparaison avec le secteur santé, par exemple) sont expliqués par deux facteurs : d'une part, les investisseurs privés délaissent ce secteur en faveur d'autres qui présentent des profits potentiels plus élevés ; d'autre part, la mise au point d'une réglementation industrielle adéquate a connu dans le pays des retards énormes en comparaison de celle des États-Unis¹⁷. On retiendra cependant que sur certaines activités spécifiques, des concentrations en capital ont eu lieu récemment. C'est le cas de l'industrie de la nourriture pour poisson qui représente un marché de 150 millions de dollars au Canada, dont la moitié est d'origine biotechnologique (le tiers du marché est détenu par les entreprises canadiennes). Ce secteur en pointe est lié au très lucratif marché des produits aquacoles dont les ventes sont passées de 7 millions de dollars en 1984 à 300 millions de dollars en 1993 ! (Selon le MAECI, le volume des produits aquacoles devrait dépasser, dans un peu plus d'une dizaine d'années, celui de la pêche traditionnelle.)

Le secteur du traitement industriel et urbain présente au Canada une très bonne configuration en ce qui concerne la pénétration commerciale et devient un enjeu majeur en terme économique et industriel. On estime qu'actuellement une centaine d'entreprises opèrent au Canada sur des compétences en microbiologie industrielle de manière exclusive avec une approche intégrée (conception, réalisation et conduite de projet). Mais, plus généralement, c'est un nombre important de cabinets d'ingénierie qui œuvrent dans l'expertise du traitement des rejets (largement plus d'une centaine de petites entreprises) et la remise en état de l'environnement (décontamination, détoxification). Pour 1993, le MAECI estime que les ventes canadiennes de produits et de services biotechnologiques dans ce secteur ont totalisé 67 millions de dollars et les exportations, 20 millions de dollars. Le consultant J. G. Heller mentionne que le taux annuel de croissance pour les quatre dernières années en matière de ventes

17. Ernst & Young, *Canadian Biotech '94, Capitalizing on Potential*, Toronto, 1994.

sur cette activité frôle les 80 %. On indique, par ailleurs, que la stratégie globale de commercialisation se fait en Amérique du Nord, puisque le marché est largement non saturé par suite de la forte présence des industries de la transformation dont les rejets et sous-produits, importants et variés, sont à destination de la zone Asie – Pacifique.

Il faut également noter les ouvertures de marchés lucratifs dans des activités intersectorielles vers lesquelles, d'ailleurs, des investissements significatifs ont été faits depuis ces trois dernières années au Canada. On notera ainsi le cas des biotechnologies marines qui offrent désormais un apport commercial diversifié par l'extraction de molécules pour l'industrie pharmaceutique, la chimie fine et la valorisation de sous-produits pour l'agroalimentaire. Ce sont, d'après les premières estimations, quelques dizaines de millions de dollars qui seraient issus depuis trois ans de ces activités sur le plan commercial. Il est clair, comme l'indique le MAECI, que la pénétration des biotechnologies dans le secteur marin aura très certainement, à moyen et long termes, une incidence de plus en plus marquée sur plusieurs filières. Ce champ industriel représente d'ailleurs officiellement l'une des stratégies de développement et de diversification du Canada. Il faut y voir les bases d'une importante stratégie de redéploiement des industries liées à la valorisation des produits de la mer, un domaine fondamental et peu connu, mais pressenti par plusieurs consultants¹⁸.

Mentionnons également un renforcement de l'activité industrielle et des investissements autour des systèmes de fabrication biotechnologique pour les produits laitiers (valorisation de sous-produits), la conserverie et le secteur de l'industrie des additifs alimentaires qui connaît des transformations majeures. Notons que des coopérations et des partenariats se développent considérablement depuis deux ans dans ce domaine, surtout en Ontario. Actuellement, plus de 50 % des industriels de la préparation alimentaire sont touchés par l'introduction des biotechnologies. Ajoutons la mobilisation des ressources chez les industriels de la transformation des produits de base frais (valorisation des légumineuses, des racines diverses, des fruits et des viandes) pour l'obtention de produits de qualité, surgelés ou en conserve.

Au chapitre du financement du secteur entrepreneurial, les sources mentionnées précédemment indiquent que le recours à l'emprunt

18. Harley – Mallory Strategic Communications, « The Biotechnology of Atlantic Canada », étude préparée pour l'Agence de promotion économique du Canada atlantique, *Canadian Biotechnology Directory*, Georgetown, Contact International, 1996. De même, on consultera Syndel Laboratories, « Opportunities for the Fine Chemicals and Pharmaceuticals From Marine Resources », Seafood and Marine Products Sector Campaign, étude préparée pour Industrie Canada, Vancouver, mars 1991.

bancaire est faible et qu'une grande partie des investissements proviennent de fonds propres. Par ailleurs, l'utilisation du capital-risque (encore très faible au Canada il y a peu de temps) fait une entrée remarquée. En effet, un montant en investissements de près de 24 millions de dollars en 1994, derrière celui du secteur énergétique (32 millions de dollars) et d'un montant double de celui du secteur des équipements industriels (7 millions de dollars) ont été enregistrés (tableau 4). La recherche de financement a également conduit environ 48 entreprises de biotechnologie à s'inscrire, depuis moins de dix ans, sur le marché des valeurs boursières du pays. En janvier 1996, 27 de ces entreprises étaient inscrites au Toronto Stock Exchange, 12 au Vancouver Stock Exchange, 4 à l'Alberta Exchange, 2 au Canadian Dealer Network, 1 au Montréal Exchange et 8 au NASDAQ. On compte parmi ces entreprises sept grandes sociétés dont les succès technico-commerciaux, notamment en génétique médicale, leur permettent de développer de puissants et lucratifs marchés en Amérique du Nord et en Europe occidentale : Theratechnologies, Biovall Corp. International, Alta Genetics, Allelix Biopharmaceuticals, Biomira, Hemosol, QLT Phototherapeutics, les laboratoires Aeterna, Nymox Pharmaceutical, Phoenix International, Novopharm Biotech, Hyal Pharmaceutical et surtout Biochem Pharma (187,4 millions de dollars en chiffre d'affaires l'an dernier).

En ce qui a trait à la pénétration graduelle des biotechnologies au sein du secteur biomédical, de l'agro-industrie et de l'environnement, et des écarts d'investissements entre les provinces, la stratégie retenue dans le cadre des priorités de développement industriel à long terme des pouvoirs publics canadiens (p. ex., le MAECI et Industrie Canada), pour la période 1996-1998, est l'encouragement aux initiatives dans l'investissement en biotechnologie de la santé, le développement des partenariats dans les biotechnologies agroalimentaires et le développement des réseaux d'information en biotechnologie du traitement industriel.

Ce cadre des priorités est particulièrement visible grâce aux subventions fédérales allouées aux biotechnologies par les ministères ou les agences gouvernementales depuis les années 1989-1990¹⁹. Rappelons que dès les années 1980, le gouvernement fédéral a préparé une politique visant le développement biotechnologique. De 1982 à 1986, ces mesures ont créé des concentrations significatives

19. Sciences et Technologie Canada, « Dépenses fédérales en biotechnologie 1981-1986 », Ottawa, octobre 1986 ; Industrie, Sciences et Technologie Canada, Direction de la biotechnologie, « Dépenses fédérales en biotechnologie 1989-1992 », Ottawa, mars 1993.

Tableau 4
Structure de l'investissement au Canada
sous forme de capital-risque, 1993-1994
(en millions de \$CAN)

Industries – Secteurs	1993		1994	
	Montant	% du total	Montant	% du total
Informatique et domaines liés	66	16,5	84	18,2
Télécommunications	24	6,0	40	8,7
Médical – santé	38	9,5	36	7,8
Électronique	21	5,2	37	8,0
Énergie	14	3,5	32	7,0
Biotechnologie	14	3,5	24	5,2
Équipements industriels et automation	7	1,8	18	4,0
Total – secteurs technologiques	184	46,0	271	58,9
Industries manufacturières	108	27,0	90	19,6
Consommations courantes	30	7,5	31	6,7
Divers	77	19,4	68	14,8
Total – secteurs traditionnels	215	54,0	189	41,1
Total général	399	100,0	460	100,0

Source : Divers documents de KPMG Canada, 1995 (origine : Canadian Venture Capital Companies) ; compilation de Fabrice Rigaux.

de chercheurs et développé des réseaux locaux de recherche. C'est aussi l'époque de la mise en place des centres de biotechnologie en partenariat avec le Centre national de recherches Canada (CNRC) et de la constitution de huit réseaux nationaux de chercheurs. De plus, à partir de 1986, le gouvernement fédéral a renouvelé sa politique en science et en technologie par la création du programme Innovation orienté vers les technologies « stratégiques » et centré sur l'informatique, les nouveaux matériaux et les biotechnologies.

Plus tard encore, en 1992, le CNRC engageait un effort de recherche considérable en élaborant le Programme national de biotechnologie chargé d'appuyer toutes les recherches publiques dans le pays au moment même où un important effort de la recherche privée était perceptible (Ontario, Colombie-Britannique et Québec). Actuellement, le gouvernement fédéral appuie le CNRC en favorisant, par des réseaux nationaux d'échange d'information, le développement entrepreneurial de ce champ technologique. De plus, depuis ces trois der-

nières années, le gouvernement fédéral s'est doté de plusieurs institutions : le Comité consultatif national de la biotechnologie, qui donne au ministre responsable des Sciences des conseils sur les questions d'actualité et les politiques ; le Comité interministériel sur la biotechnologie, qui est chargé de coordonner les activités fédérales dans le domaine de la recherche et du développement ; les réseaux nationaux de recherche sur la biotechnologie et, enfin, un programme fédéral de partage des coûts gérés par l'intermédiaire du Programme d'aide à la recherche industrielle du CNRC (Annexe).

Présentement, au chapitre de la localisation géographique, les régions prédominantes sont, en ordre décroissant : l'Ontario, le Québec, la Colombie-Britannique et l'Alberta, les provinces de l'Atlantique, la Saskatchewan et le Manitoba. Le Yukon et les Territoires du Nord-Ouest sont encore absents du classement à ce jour. De plus, une partie non négligeable (environ 42 %) des entreprises œuvrant dans ce champ technologique forment, depuis moins de dix ans, des concentrations au sein de parcs technologiques ou zones industrielles aménagées, parmi lesquelles on compte :

Nouvelle-Écosse	Halifax Industrial Park – Ragged Lake Area (Halifax), Dartmouth Industrial Park (Dartmouth)
Île-du-Prince-Édouard	West Royalty Industrial Park (Charlottetown)
Alberta	Edmonton Research Park (Edmonton)
Québec	Parc technologique du Québec métropolitain (Québec), Centre québécois d'innovation en biotechnologie (Laval), Technopole de St-Hyacinthe
Ontario	Ottawa Life Sciences Technology Park – Carleton Technology & Training Centre (Ottawa), Sheridan Science and Technology Park (Mississauga), University of Guelph Research Park (Guelph)
Colombie-Britannique	Discovery Parks (Vancouver)

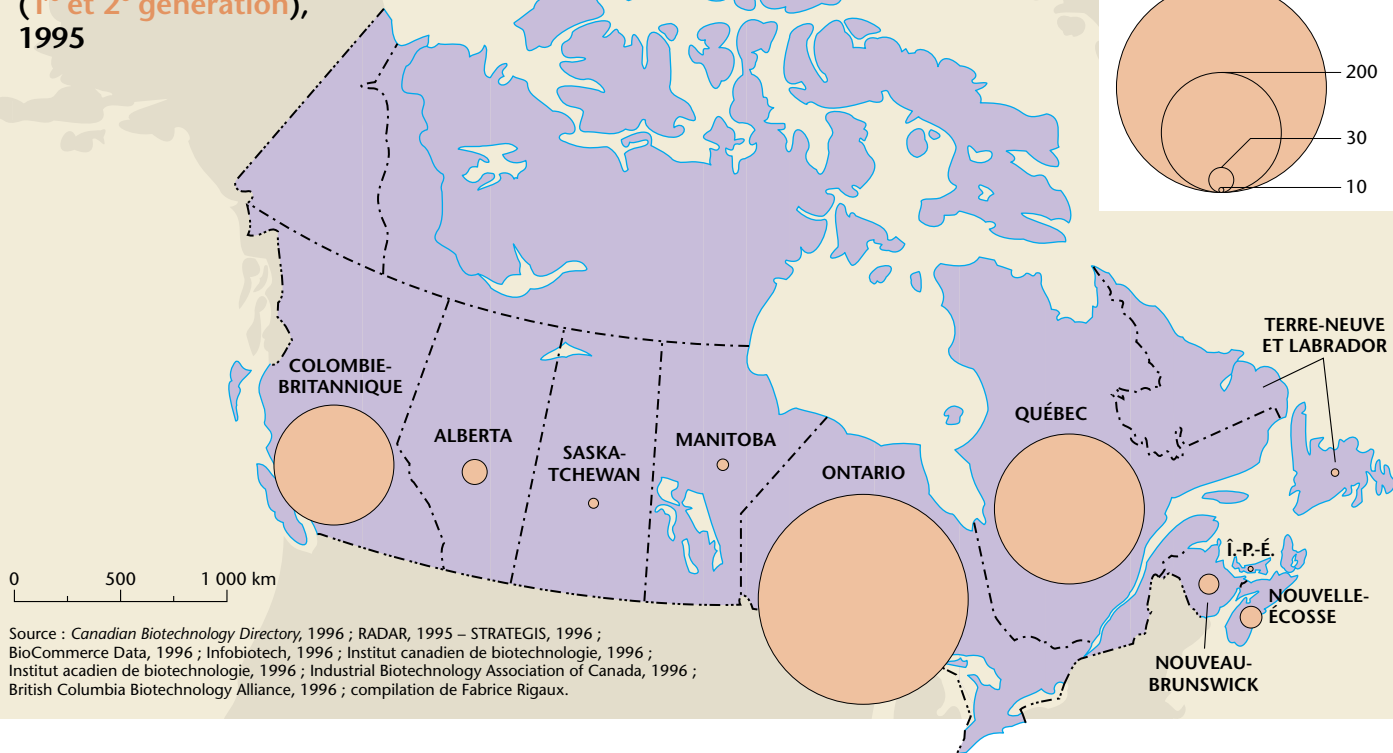
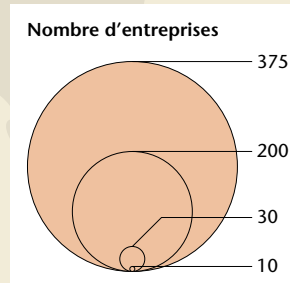
La répartition provinciale des entreprises du secteur privé des biotechnologies permet de dégager quelques tendances. On note que l'Ontario, le Québec et la Colombie-Britannique reçoivent le plus gros contingent pour l'ensemble des secteurs touchés (37,5 ; 25,6 et 21,4 %, respectivement). Cette répartition se trouve même renforcée et confirmée par une concentration spécifiquement industrielle particulièrement dense en Ontario (36,5 %), au Québec (28,9 %) et en Colombie-Britannique (23,4 %). En matière d'évolution, il faut

retenir l'accroissement global du nombre de sociétés à vocation industrielle durant la période récente 1985-1995 (plus de 30 % environ). De façon identique, le nombre de sociétés de services et du secteur de l'équipement liées à l'essor des biotechniques est en augmentation depuis ces cinq dernières années (environ 20 % de plus). Étant donné que plus de 80 % de ces entreprises œuvrent totalement pour le secteur biotechnologique au sens strict, on prend conscience de l'aspect stratégique que cela représente à terme pour le développement industriel durable au pays (carte 1). On remarque également que, de cet ensemble, émergent de manière significative les provinces de l'Atlantique, notamment la Nouvelle-Écosse et le Nouveau-Brunswick, avec un tissu d'entreprises assez diversifié. Parmi elles, près d'une quarantaine d'entreprises opèrent sur le champ spécifiquement industriel et de la R et D. Ce fait est d'autant plus intéressant que ces régions, dites ou présentées souvent comme « périphériques » et à l'écart du processus de diffusion de nouveaux procédés industriels, présentent un tableau, certes modeste à l'échelon du pays, mais favorable sur ce secteur émergent. On constate ainsi que l'ensemble du secteur entrepreneurial dans les quatre provinces de l'Atlantique (plus de 7 % du total entrepreneurial canadien) dépasse de peu en terme quantitatif le volume des entreprises du Manitoba, de la Saskatchewan et de l'Alberta (6,8 % du total). On constate donc que, sans être encore un employeur important, cet univers connaît, à l'échelon du Canada dans son ensemble, une réalité industrielle croissante, dont l'ampleur ne se limite pas aux régions centrales.

Considérée comme l'un des multiples éléments participant au développement territorial dans son ensemble, l'intégration des biotechnologies industrielles en Atlantique en fait un cas d'étude de développement industriel régional particulièrement pertinent. De fait, les thèmes touchant la maîtrise de l'appareil de recherche, du niveau d'insertion technologique sur le plan sectoriel, des relations et des investissements industriels, de même que des ressources humaines ont été retenus. Ces thèmes d'études ne prétendent pas atteindre une quelconque forme d'exhaustivité. La mobilité et la rapidité des évolutions d'un secteur émergent en phase active de développement, comme celui des biotechnologies, obligent à la plus grande prudence et conduisent à rester attentif aux modifications pouvant interférer sur les résultats de recherche. Pour autant, et malgré ces réserves, la synthèse qui suit tente de mettre en lumière les principaux enjeux régionaux suscités, pour l'espace atlantique, par l'émergence d'un champ de la « nouvelle économie ».

Carte 1

Localisation provinciale des entreprises de biotechnologies industrielles (1^{er} et 2^e génération), 1995



0 500 1 000 km

Source : Canadian Biotechnology Directory, 1996 ; RADAR, 1995 – STRATEGIS, 1996 ; BioCommerce Data, 1996 ; Infobiotech, 1996 ; Institut canadien de biotechnologie, 1996 ; Institut acadien de biotechnologie, 1996 ; Industrial Biotechnology Association of Canada, 1996 ; British Columbia Biotechnology Alliance, 1996 ; compilation de Fabrice Rigaux.

Profils, domaines et stratégies d'intervention des entreprises dans les provinces de l'Atlantique

La recherche révèle que près de 80 entreprises dans les provinces de l'Atlantique déclarent avoir un lien avec l'univers des biotechnologies industrielles. Ces liens sont très divers et vont, par exemple, de la production complète à la vente de brevets pour des procédés industriels, en passant par le conseil en ingénierie jusqu'à la mise en forme de projets pilotes. De plus, du fait de l'activité technologique elle-même, les entreprises déclarent être bien souvent à la fois des utilisateurs ou des fournisseurs selon les types de relations industrielles en vigueur²⁰. De fait, les entreprises régionales présentent un tableau différencié sur le plan de leur statut, de leur organisation, de leur appartenance à la 1^{re} ou à la 2^e *génération* en biotechnologie, de leur niveau d'insertion ainsi que de leur activité (stade de la diversification, activité partielle, ou part majoritaire dans le chiffre d'affaires).

■ Les profils d'entreprises

Il est possible d'identifier un premier groupe d'entreprises créées avant 1981 et liées à la 1^{re} *génération* en biotechnologie (43 % du total). Ce sont essentiellement des entreprises traditionnelles, parfois très connues, qui pratiquaient déjà certaines biotechnologies de 1^{re} *génération*, pour lesquelles ces technologies industrielles n'avaient pas été un élément fondateur du point de vue industriel. Cette situation est fréquente dans le cadre des activités régionales connexes à la pétrochimie, à l'agroalimentaire (p. ex., boissons fermentées), à l'industrie des pâtes et papiers ainsi qu'au secteur extractif. On retrouvera, par exemple, en Nouvelle-Écosse, les cas d'Ultramar Canada Inc., d'Imperial Oil Limited à Dartmouth, de National Sea Products Ltd. à Lunenburg ; au Nouveau-Brunswick, de Labatt's New Brunswick

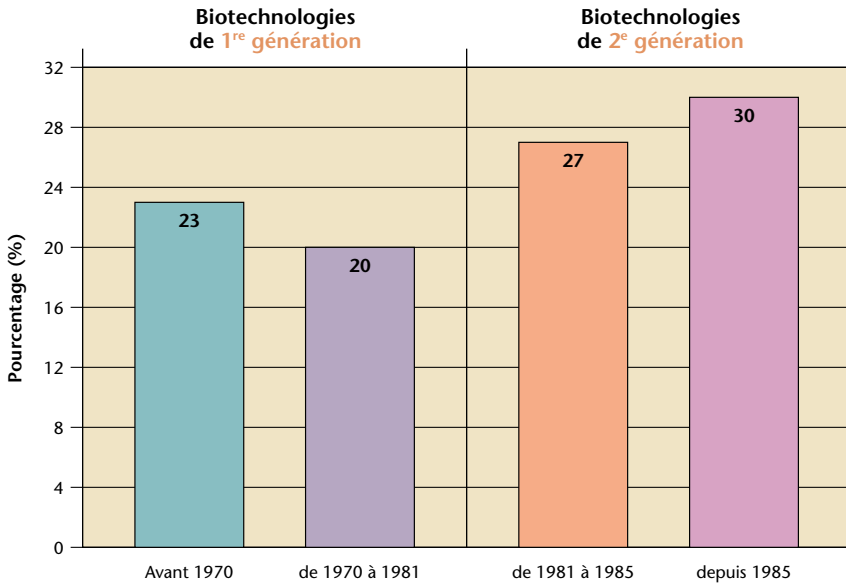
20. On sait que ces technologies ont, par essence, un aspect transverse. Un établissement fournisseur peut simultanément être utilisateur de séquences technologiques identiques provenant d'une autre unité de production.

Brewery, de Connor's Bros. Ltd., d'Irving Oil Limited à Saint John, de Fraser Inc. à Edmundston ; à Terre-Neuve, de Terra Nova Fishery Co. Ltd., de Central Dairies et de Fishery Products International Ltd. à St. John's et d'Abitibi-Price Inc. à Stephenville.

Le second groupe identifié correspond à un profil d'entreprises créées depuis le début des années 1980 et ayant des activités basées sur les compétences spécifiques des biotechnologies de 2^e génération. Dans les faits, ce groupe représente 57 % du total et forme le cadre d'investigation par excellence de notre étude dans la mesure où ce sont précisément ces types de biotechnologies qui connaissent, dans l'espace régional, les évolutions les plus significatives, comme le montre la figure 6.

Figure 6

Répartition en pourcentage, selon les années de création et la génération technologique, du secteur entrepreneurial des biotechnologies industrielles dans les provinces de l'Atlantique

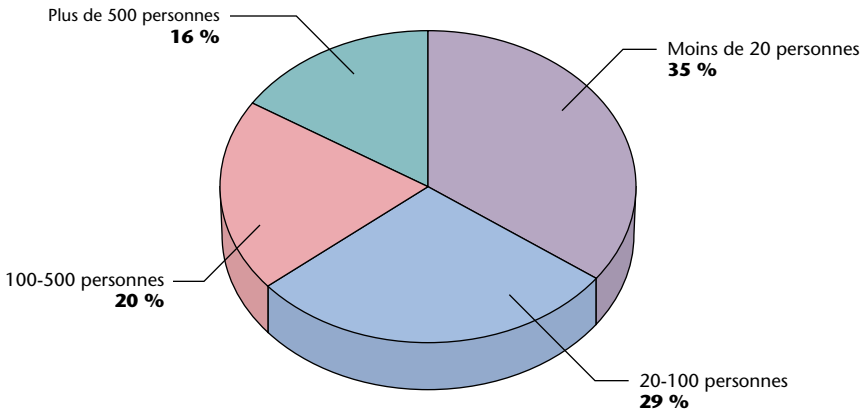


Source : *Canadian Biotechnology Directory*, 1996 ; RADAR, 1995 – STRATEGIS, 1996 ; Infobiotech, 1996 ; Institut canadien de biotechnologie, 1996 ; Institut acadien de biotechnologie, 1996 ; BioCommerce Data, 1996 ; compilation de Fabrice Rigaux.

Le repérage des activités biotechnologiques en région indique que l'on est en présence d'un ensemble de techniques diffusantes qui induisent progressivement des modifications dans l'organisation de plusieurs secteurs industriels.

Ainsi, la pénétration graduelle de la génétique et de l'enzymologie industrielle touche, en fin de compte, aussi bien le secteur des pâtes et papiers (dégradation de la lignine, traitement des liqueurs), de la pétrochimie, de l'extraction minière, de l'horticulture, des produits marins et aquacoles, de la transformation des fruits et des légumineuses, de la brasserie, du traitement industriel et urbain, de la pharmacie humaine et animale, de la foresterie, de l'industrie laitière que le secteur de l'équipement et de l'instrumentation. Aussi toutes les entreprises régionales intervenant dans le secteur des biotechnologies industrielles dans les provinces de l'Atlantique sont-elles de tailles variées (figure 7).

Figure 7
Répartition selon la taille des entreprises de biotechnologie (1^{re} et 2^e génération), provinces de l'Atlantique



Source : Ibid.

Près de 64 % des entreprises concernées emploient moins de 100 personnes, et seulement 36 % au-delà. Cette configuration est liée à l'univers des biotechnologies de 2^e génération qui n'est apparu qu'à partir du début des années 1980 : la multiplicité des activités possibles, notamment dans le domaine de la R et D et du conseil industriel, a généré la création d'entités de petites et moyennes tailles.

Dans ce cadre, on mentionnera particulièrement les sociétés :

à l'Île-du-Prince-Édouard :

Diagnostic Chemicals Ltd. ; Aqua Health Ltd. ; Waterline Products Co. Ltd. ; Atlantic Fish Health Inc. ; Aquagenetics Corp. ; Carratec Inc. ; Seaspring Farms Ltd. ; Elite Seed Potato Farm ; Westech Agriculture Ltd. ; Atlantic Sea Smolt Ltd. ; Hidden Valley Charr Ltd.; etc.

en Nouvelle-Écosse :

Kemic Bioresearch Laboratories Ltd. ; Precision Biologicals Inc. ; Futurac ; Nova Chem Ltd. ; Dominion Biologicals Ltd. ; Ligatech Ltd. ; Egetec Atlantic Inc. ; Scotia Marine Products ; Acadian Seaplants Ltd. ; Pronova Biopolymer Canada Ltd. ; Efamol Research Institute Inc. ; FireZyme Ltd. ; Jellet Biotek Ltd. ; Diazans Ltd. ; Hologene Genetic Technologies ; Octopus Diagnostics Research ; Maritime Scientific Services Ltd. ; Bio-Response Systems Ltd. ; Marvin Silver Scientific Ltd. ; Clearwater Fine Foods Inc. ; Lane Environment ; Brushett Enterprises ; Envirosoil Ltd. ; Municipal Enterprises ; Marbicon Inc. ; Silvagen ; Maitland Greenhouses ; Cornwallis Nurseries Ltd. ; MDS Environmental Services Ltd. ; Ground Water Technology Canada Ltd. ; J.D. Koppernæs Engineering ; J. Withford & Associates ; James H. MacClare & Associates ; et l'essaimage universitaire (Dalhousie University) avec Marine Gene Probe Laboratory ; Endogro Systems Inc., Path Scientific Research Ltd. et New Age Biomaterials Inc.; etc.

au Nouveau-Brunswick :

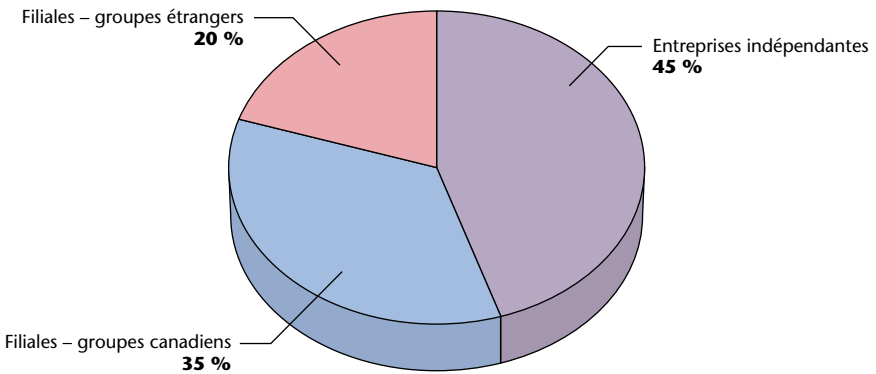
Terra Biotech Ltd. ; Lalla & Associates ; Chemlab Inc. ; Nature Clean Waste Water Consultant ; Atlantic Microbiology Ltd. ; Bio-Tech 2000 ; Ark Bio Medical Canada Corp. ; Celex Laboratories ; Nolan, Davis & Associates ; Washburn & Gillis Associates ; Meadow Creek Consulting ; Westmorland Laboratories Inc. ; Atlantic Microbiology ; Ionizing Energy Company of Canada Ltd. ; Bio Comp Instruments Inc. ; Corey Feed Mills Ltd. ; Soil Bac Recycling ; East Coast Enviro Tech Ltd. ; ADI Group Inc. ; ADI Systems Inc. ; Maritime Groundwater Inc. ; Geobac Technology Group ; Saint John Analytical Services Ltd. ; Environmental Waste Service ; Elmtree Environmental Ltd. ; Marine Extract Ltd. ; Chatham Biotec Ltd.; etc.

à Terre-Neuve et au Labrador :

Genesis Organics ; Campolar East Inc. ; Instrumar Ltd. ; A/F Protein Canada Inc. ; Sea Forest Plantation ; Wesleyville Hatchery ; Bay d'Espoir Salmon Hatchery, de même que l'essaimage universitaire (Seabright Corporation Limited – Memorial University) avec Bio-ID Corp. Ltd. ; PA Pure Additions Inc. ; Terra Nova Biotech Ltd. ; Newfoundland Nuclear Inc.; etc.

Malgré des variations inhérentes aux structures du capital des sociétés concernées, trois groupes, sur le total des entreprises identifiées, ressortent fortement en fonction de leur statut. Environ 45 % des entreprises sont totalement ou majoritairement indépendantes, 35 % sont des filiales de groupes canadiens présents dans les provinces de l'Atlantique ou ailleurs et les 20 % restants représentent des entreprises contrôlées par des groupes ou des entreprises étrangères (figure 8). Cette répartition, bien que sujette à des variations, reflète l'importance du rôle joué dans le développement des biotechnologies par des entreprises locales, notamment en Nouvelle-Écosse.

Figure 8
Répartition des entreprises en fonction de leur statut
(secteur privé)



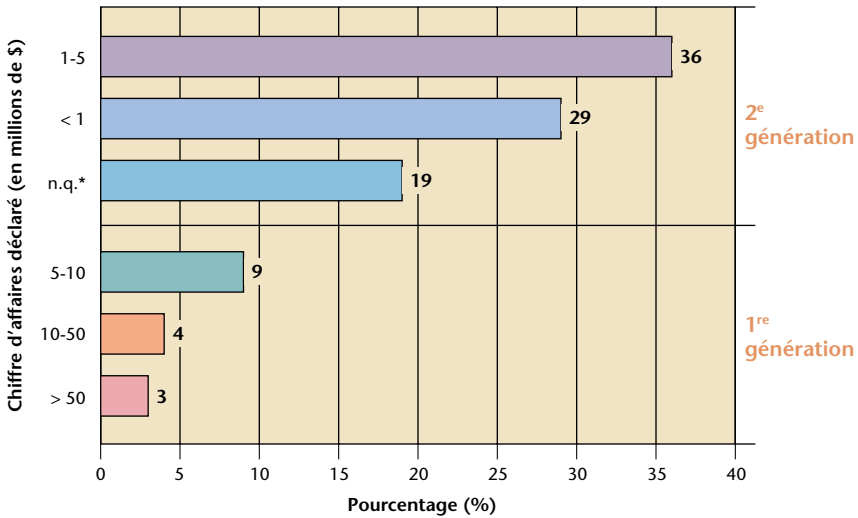
Source : Ibid.

En ce qui a trait aux entreprises de taille plus importante, on constate qu'elles ont très vite capté l'intérêt des biotechnologies de 2^e génération en procédant, dès le début des années 1980, à plusieurs rapprochements industriels, soit de manière directe, par la filialisation, soit par l'entremise d'une participation majoritaire au capital de sociétés, ou bien encore, en incorporant le savoir-faire (p. ex., R et D) de certaines d'entre elles sur leur propre site de production. Cette participation de groupes plus structurés préfigure une stratégie non dissimulée et destinée à faire pénétrer ces nouvelles et lucratives technologies au sein de leurs moyens de production. Tous indiquent que ce processus est lié aux profits virtuels devant être générés, à moyen et long termes, par ces technologies.

Cette diversité de situations constitue en grande partie, sans doute, la fragmentation des chiffres d'affaires déclarés par les entreprises identifiées (figure 9)²¹. Cet aspect s'explique par le fait que ces entreprises opèrent selon des compétences et des statuts variés dépendant eux-mêmes fortement de la génération biotechnologique pratiquée.

On notera d'ailleurs qu'il n'a pas toujours été possible de singulariser précisément la part du chiffre d'affaires qui relève spécifiquement des biotechnologies et ceci pour deux raisons principales. La première tient au fait que certaines entreprises qui disposent pourtant d'unités consacrées ou liées à ces technologies ne déclarent pas, soit sous la forme d'une estimation chiffrée, soit le montant exact mais isolé du chiffre d'affaires global, la partie consacrée aux biotechnologies. Ainsi, le plus souvent, ces entreprises agrègent leur chiffre d'affaires en biotechnologies à leur chiffre d'affaires général. Le deuxième cas de figure tient au fait que dans certains cas, le chiffre d'affaires biotechnologique n'a pas (encore) de sens pour des entreprises, dont la plupart n'ont que quelques années d'ancienneté.

Figure 9
Répartition du secteur entrepreneurial
selon le niveau de chiffres d'affaires déclarés
et la génération en biotechnologie, 1994



Source : Ibid.

* Non-quantifiable.

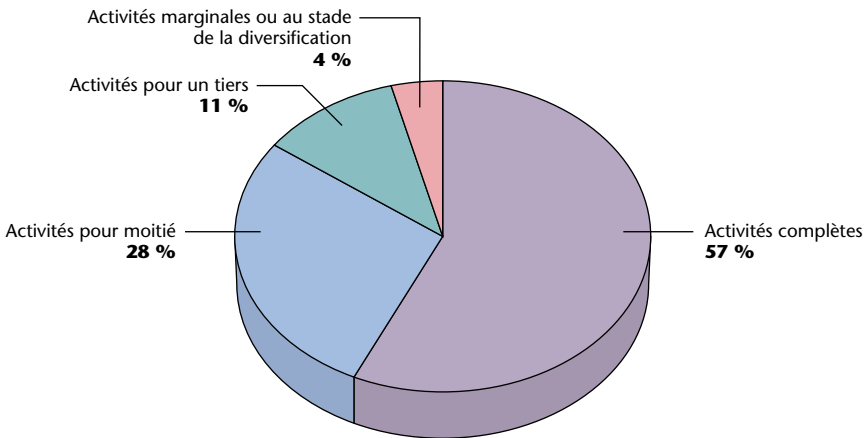
21. Avertissement : les données de cette figure sont indicatives ; elles comportent d'inévitables imprécisions liées à la non-divulgation ou à la divulgation partielle des données.

■ Les domaines d'intervention

Les biotechnologies industrielles étant par essence pluridisciplinaires, il n'est pas étonnant que les entreprises spécialisées dans les quatre provinces de l'Atlantique présentent une grande variété. Ainsi, en moyenne, 10 % des entreprises déclarent œuvrer dans un seul domaine biotechnologique, 40 % dans deux domaines stricts, le reste dans plus de deux domaines (environ la moitié de l'ensemble).

Plusieurs critères permettent de mieux appréhender l'organisation industrielle et commerciale en région : la part d'insertion dans le système productif en biotechnologie (figure 10), les types de fonctions les plus fréquemment rencontrés (production, vente, distribution, import-export, R et D) (figure 11) et, enfin, les domaines d'activités et les types de produits et services (figure 12 et suiv.). L'analyse des figures laisse percevoir plusieurs éléments ; on constate qu'il existe une forte présence d'entreprises exerçant des activités exclusives en matière de R et D. Plus généralement deux aspects récurrents apparaissent : d'une part, les entreprises récentes qui n'ont pas encore de produits sur le marché, mais qui financent certaines activités en vendant une partie de leur recherche et, d'autre part, les entreprises de R et D qui ont pour vocation de vendre leur savoir-faire.

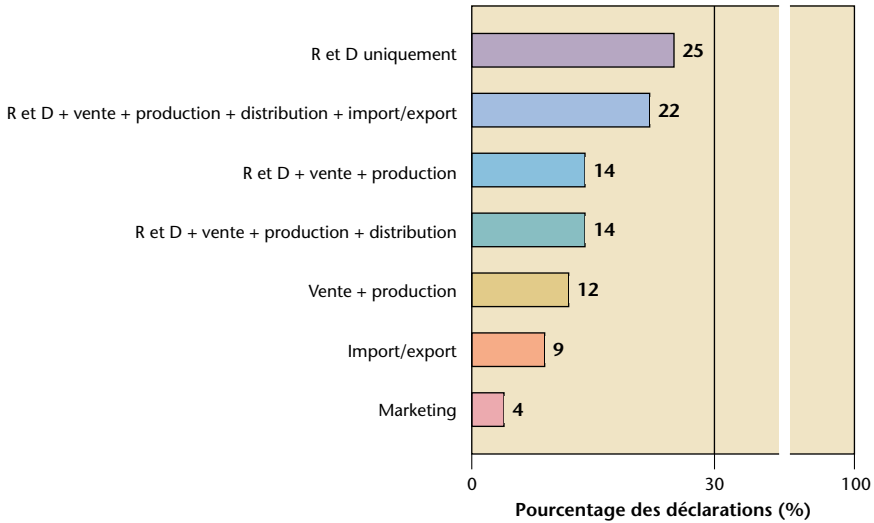
Figure 10
Répartition de l'insertion du secteur entrepreneurial
dans le système productif de la biotechnologie
(en pourcentage des déclarations)



Source : Ibid.

Figure 11

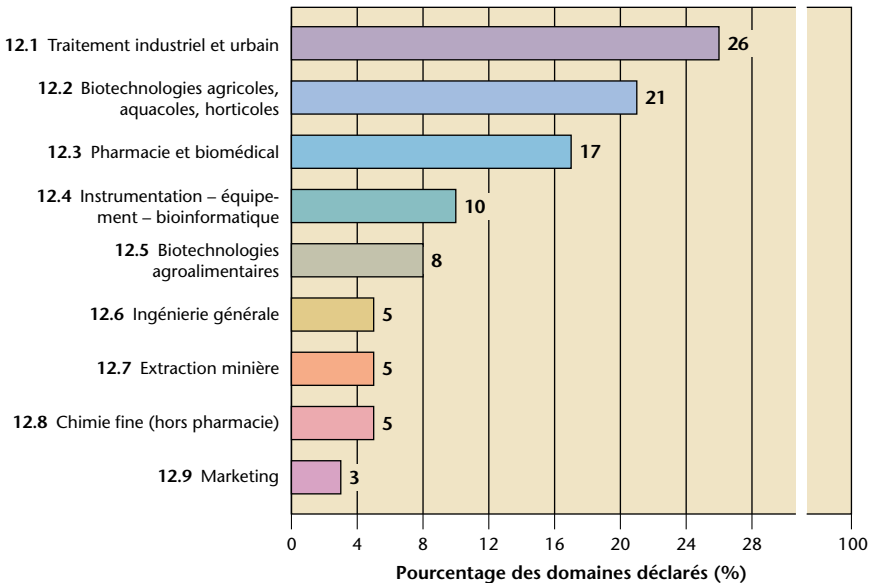
Répartition des fonctions des entreprises de biotechnologie de 2^e génération (60 % du total), par type d'activité



Source : Ibid.

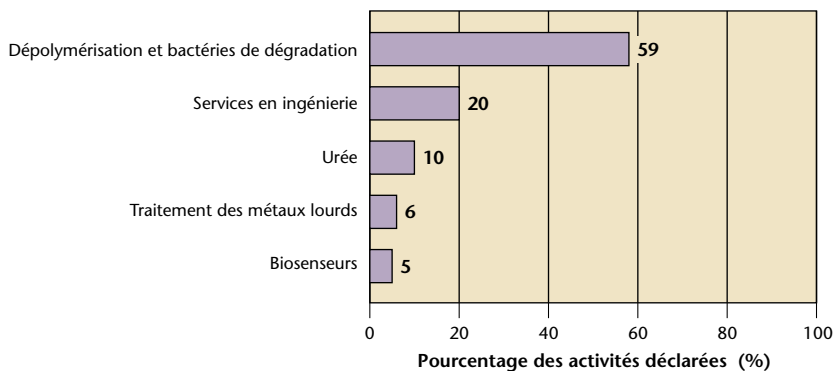
Figure 12

Domaines d'activités des entreprises de biotechnologie, deux générations technologiques confondues, provinces de l'Atlantique, 1995

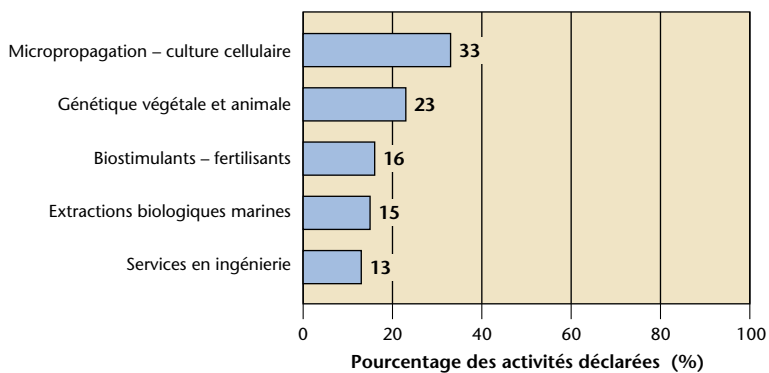


Éclatement des résultats de la figure précédente

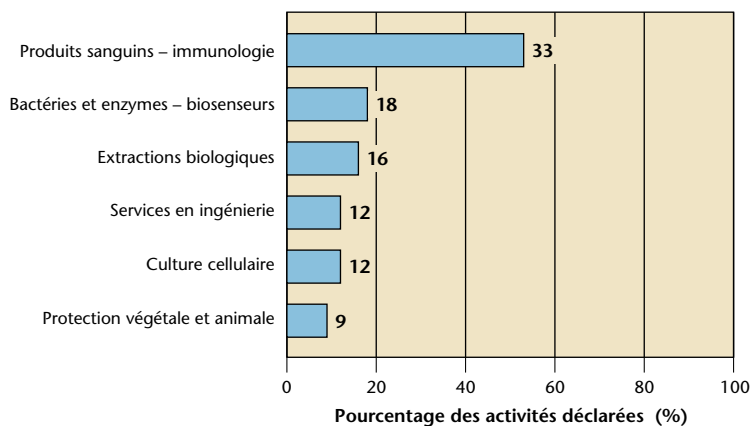
12.1 Traitement industriel et urbain



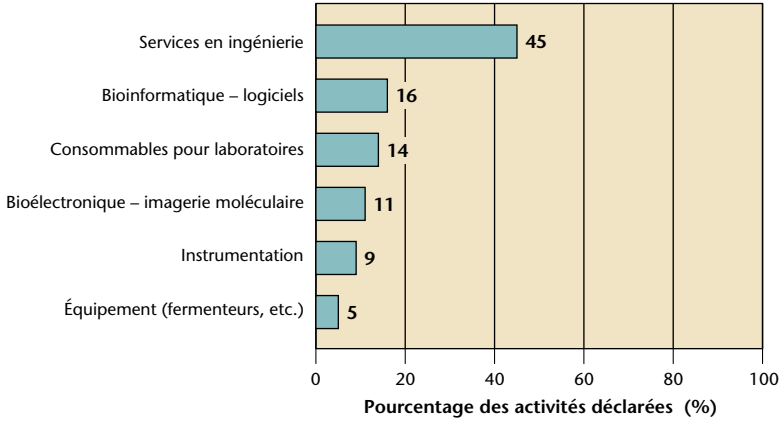
12.2 Biotechnologies agricoles, aquacoles, horticoles



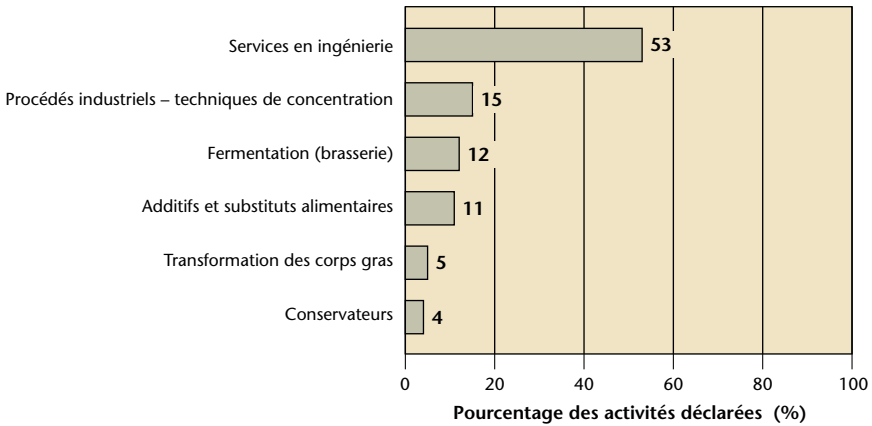
12.3 Pharmacie et biomédical



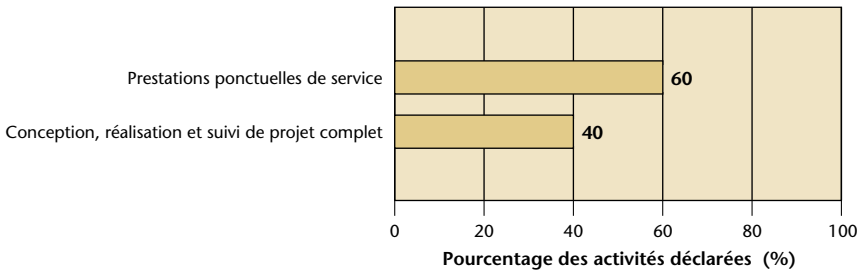
12.4 Instrumentation – équipement – bioinformatique



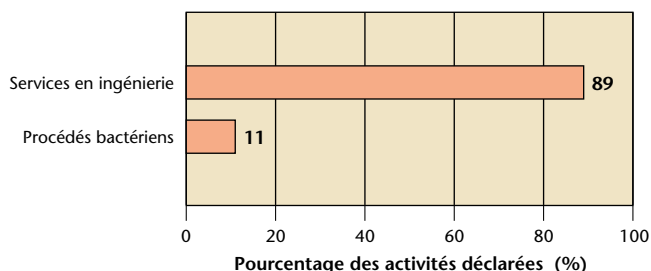
12.5 Biotechnologies agroalimentaires



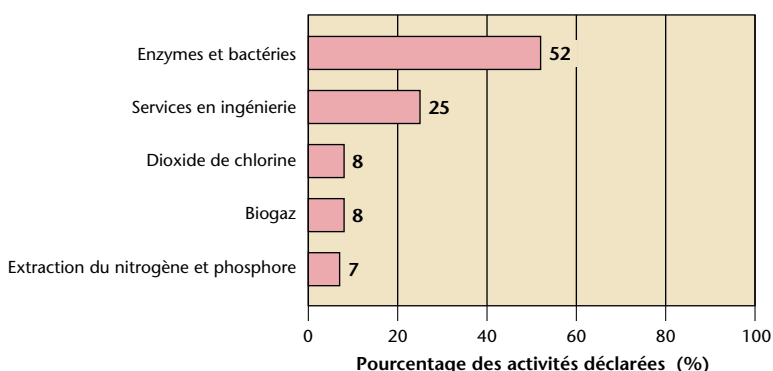
12.6 Ingénierie générale



12.7 Extraction minière



12.8 Chimie fine (hors pharmacie)



Source : Ibid.

On constate que près de 85 % des entreprises identifiées dans les quatre provinces de l'Atlantique déclarent opérer au moins pour moitié en biotechnologie, dont près de 57 % en font une activité exclusive. Les domaines d'activités où les vocations industrielles sont les plus souvent citées renvoient aux secteurs biomédicaux et pharmaceutiques, aux secteurs horticoles, aquacoles et agricoles, au secteur agroalimentaire et, enfin, au secteur du traitement industriel et urbain. Les secteurs de l'extraction minière (produits bactériens et services liés), de l'instrumentation-équipement et de l'informatique appliquée, bien que plus modestes, sont néanmoins présents de manière significative (11 et 5 %, respectivement). On notera également, qu'étant donné leur nature, l'intervention et la pénétration de ces technologies au sein d'univers industriels parfois éloignés, sont complètes : par exemple, les produits de dépolymérisation pour les secteurs des pâtes et papiers, la pétrochimie et le traitement des eaux ; la culture cellulaire végétale et animale et les biosenseurs pour l'agroalimentaire et le biomédical ; ou bien encore les produits bactériens et la sélection génétique pour l'aquaculture, la pharmacie, l'agroalimentaire, etc.

De fait, le secteur du traitement industriel et urbain représente à lui seul près de 26 % des entreprises de biotechnologie dans les provinces de l'Atlantique, suivi par le secteur des biotechnologies agricoles, aquacoles et horticoles (21 %) et celui des biotechnologies biomédicales et pharmaceutiques (17 %). Cette triple compétence indique un savoir-faire régional majeur assez élaboré et structuré, même s'il est très atomisé sur le plan territorial. Il est frappant de constater (figure 13 et suiv.) de fortes spécialisations. On perçoit l'émergence de pôles régionaux biotechnologiques tels que celui formé par le triptyque du *biomédical* – *pharmacie* – *chimie fine* en Nouvelle-Écosse (34 % du total des domaines d'activités déclarés par les entreprises), celui du *traitement industriel et urbain* au Nouveau-Brunswick (26 %), celui des activités *agroalimentaires, horticoles, aquacoles et des dérivés marins* à l'Île-du-Prince-Édouard (66 % au total) et, enfin, celui des activités *aquacoles et des dérivés marins* à Terre-Neuve (43 %).

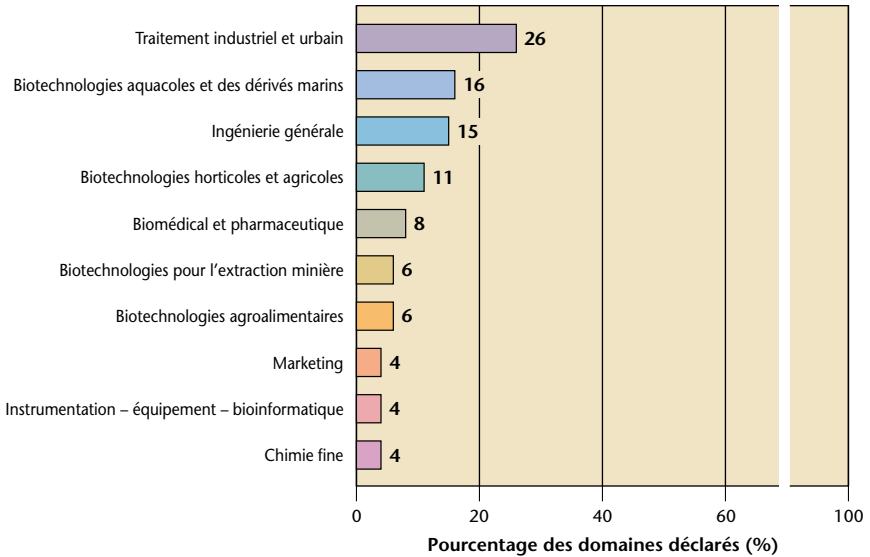
En observant plus précisément les différentes compétences industrielles, les fonctions des entreprises, ainsi que leur part d'insertion dans le système de production, on constate également que seule la Nouvelle-Écosse dispose d'une compétence triple au sein du système biotechnologique tel que présenté dans la figure 1 : en *conception*, en *mise au point* (d'outils, d'équipements et de processus) et en *fabrication* (diffusion des outils, des équipements et des processus avec une utilisation industrielle générée). Pour autant, sa présence en production est encore insuffisante. Le Nouveau-Brunswick présente une configuration nettement plus faible en ce qui a trait à la *conception* mais, par contre, sa présence est réelle pour la *mise au point* et la *fabrication*. Il manquerait ainsi à cette province, un *amont* biotechnologique (centres de R et D, centres de transfert technologique, donneurs d'ordre industriels significatifs). Terre-Neuve est essentiellement présente en *conception* et en *fabrication*, mais elle est absente ou presque en *mise au point*, ce qui indique une forte dépendance à l'égard de l'extérieur (dépendance d'un savoir-faire, malgré des atouts en matière de conception). Quant à l'Île-du-Prince-Édouard, la configuration est schématique puisque si la présence au premier niveau est réelle, l'absence au second et la faible présence au troisième, montrent la grande dépendance du territoire en ce qui a trait à ces technologies.

Concernant la localisation des établissements (les deux générations en biotechnologie confondues) au sein des provinces, il faut attirer l'attention sur trois concentrations principales à savoir, par ordre de classement : la région urbaine de Halifax – Dartmouth – Burnside (Nouvelle-Écosse) avec 19 unités ; Fredericton (Nouveau-

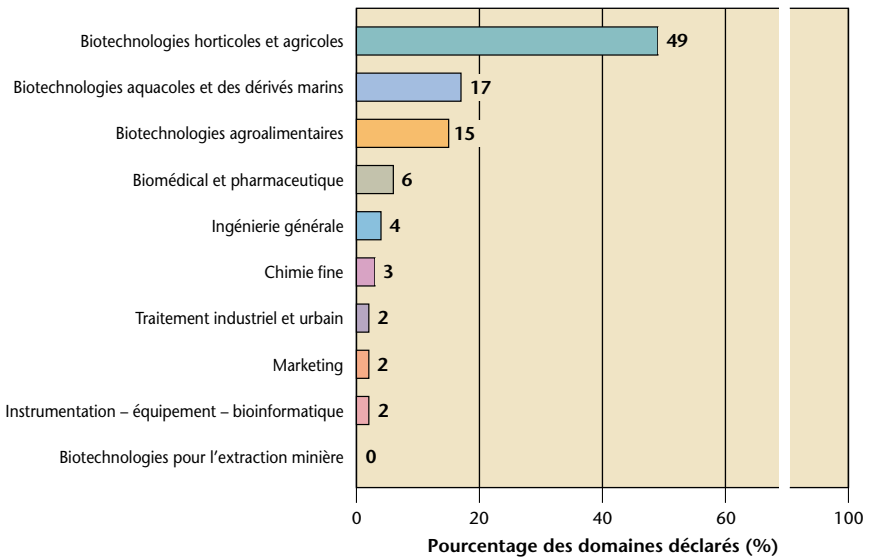
Figure 13

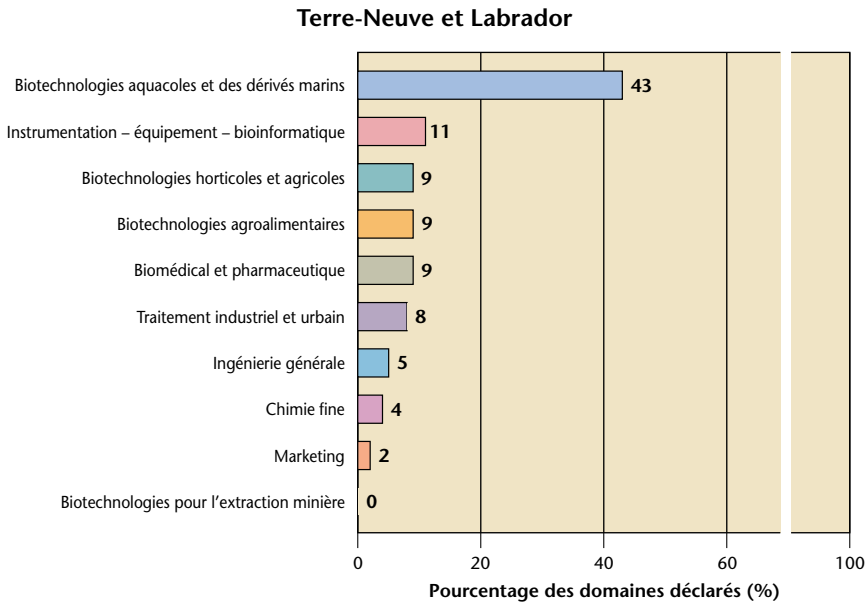
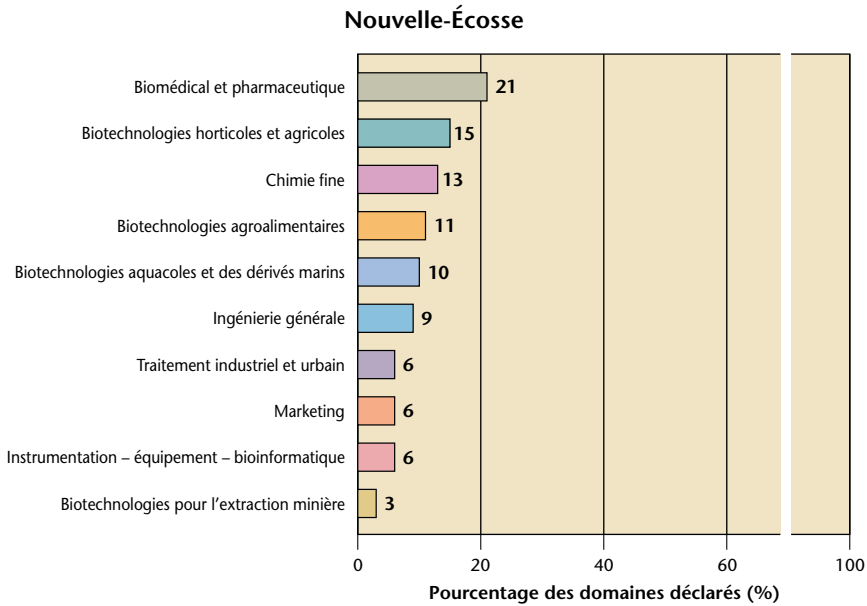
Activités provinciales en biotechnologie industrielle,
deux générations technologiques confondues, 1995

Nouveau-Brunswick



Île-du-Prince-Édouard





Source : Ibid.

Brunswick) avec 13 unités et St. John's (Terre-Neuve) avec près de 11 unités. La localisation des autres établissements suit la même configuration, c'est-à-dire d'abord en Nouvelle-Écosse (45 % du total), puis au Nouveau-Brunswick (30 %), ensuite à Terre-Neuve (20 %) et, enfin, à l'Île-du-Prince-Édouard (5 %).

■ Les stratégies industrielles

Si la diversité des secteurs d'application des biotechnologies dans les provinces de l'Atlantique laisse entendre qu'il n'y a pas réellement de pôles dominants, que ce soit au regard de la R et D ou des applications, il apparaît des cohérences dans les stratégies industrielles des entreprises selon leur appartenance à tel ou tel secteur d'activité et leur attitude par rapport à la propriété industrielle (p. ex., gestion des brevets).

Dans les faits, on retient surtout la présence de plusieurs sociétés très spécialisées dans des domaines différents (l'enzymologie pour le secteur de l'environnement, la génétique et la microbiologie industrielle pour la pharmacie et la chimie fine, la propagation végétale pour l'horticulture, ainsi que les extractions biologiques pour le secteur des dérivés marins), et localisées en grande partie en Nouvelle-Écosse. On trouve également des cas intéressants dans certaines activités liées à la fermentation, en équipement et en instrumentation pour les biotechnologies.

Il est possible de répartir les principales stratégies entrepreneuriales en plusieurs groupes. Un premier type de stratégie concerne essentiellement des sociétés spécialisées en génétique et en microbiologie. Ces sociétés sont apparues au début des années 1980 à proximité des universités, des centres de services spécialisés et des instituts de recherche fédéraux (hôpitaux, laboratoires, centres de R et D à vocation industrielle dans les régions de Bedford, de Dartmouth, de Halifax, de Saint John et de Fredericton). Les créateurs de ces sociétés ont été des chercheurs universitaires qui ont quitté leurs laboratoires en apportant les résultats des recherches auxquelles ils avaient participé. Jeunes entrepreneurs, ils ont cherché à développer certains procédés à une échelle semi-industrielle avant de les vendre. Globalement, à l'échelle des provinces de l'Atlantique, une vingtaine d'entreprises répondent à ce premier critère. Ces sociétés comptent le plus souvent entre 5 et 60 employés, et nombreuses sont celles qui sont centrées sur une dizaine de chercheurs de haut niveau. Leur activité provient exclusivement de la recherche en biotechnologie. Elles produisent, la plupart du temps, de nouveaux procédés qu'elles protègent par brevet et qu'elles vendent ensuite aux groupes industriels, soit locaux, soit nationaux en concluant des contrats et accords de recherche.

En définitive ces entreprises sont assez facilement identifiables, car elles présentent des traits communs, c'est-à-dire modestie de la taille, activités centrées essentiellement sur deux domaines

particuliers (microbiologie et génétique) et type de revenus : ils sont issus de contrats de recherche ou de risques partagés conclus avec des groupes fortement liés aux entreprises de la chimie, de l'énergie et de la pharmacie (qui cherchent à donner une dimension industrielle à certaines applications). Du fait de leur ressemblance, il faut ajouter ici le cas des sociétés d'équipements et d'instruments spécialisés, dont le chiffre d'affaires est directement lié à l'essor des biotechnologies. Si, en plus, ces dernières opèrent globalement dans les mêmes secteurs que les entreprises précédemment citées (laboratoires industriels, chaînes de production pour la pharmacie, la chimie fine et l'agro-industrie), elles interviennent de façon différenciée. Pour certaines, il s'agit de fournir des instruments de laboratoire et des équipements pour la régulation industrielle ; pour d'autres, il s'agit de fournir des produits finis ou semi-finis (kits de contrôle, biosenseurs, trousse analytiques) pour la bio-industrie ; enfin, il s'agit parfois de fournir les deux à la fois avec, en plus, des produits de laboratoire conventionnels.

Un deuxième type de stratégie fait référence à des entreprises dont la partie la plus importante de leur chiffre d'affaires est réalisée dans la bio-industrie, alors même que leurs effectifs (environ 20 à 80 employés et exceptionnellement beaucoup plus) varient peu. On retrouve ce cas au sein de certaines activités liées à l'industrie alimentaire (transformation, fermentation, conservation, additifs divers, etc.), au traitement des rejets (déshydratation des boues municipales et industrielles, décontamination), ainsi qu'à la production des fluides industriels (préparation d'émulsions, liquides de lavage, épaissement de boues, etc.). Ce groupe d'entreprises offre les meilleures occasions industrielles pour ces technologies et, de plus, leur donne un avenir commercial réel. Du reste, les entreprises concernées produisent à une échelle plus large et disposent souvent de leurs propres centres de R et D dans un cadre multisectoriel, donc moins risqué. Leur liaison avec les industries des ressources des provinces de l'Atlantique est évidente, ce qui leur confère un caractère stratégique dans la situation actuelle, c'est-à-dire une phase d'adaptation technique de plusieurs secteurs de fabrication en région (filières de la transformation des produits marins, de la pomme de terre, des légumineuses, des fruits et même du bois).

On note que ces entreprises jouent un rôle majeur dans l'insertion des biotechnologies *en aval* du processus industriel. Il est clair qu'en favorisant l'émergence de nouveaux procédés industriels, les biotechnologies offrent à ces entreprises des potentialités nouvelles

d'intervention. Il faut retenir que, pour ces entreprises, l'exploitation industrielle des processus biotechnologiques suppose des moyens financiers capables d'encourager des recherches dans différentes disciplines, dont les résultats n'apparaissent qu'à moyen et long termes. Or, étant donné les moyens dont elles disposent, deux options ont pu apparaître : la première inclut les entreprises qui ont bénéficié d'une forte liaison avec le secteur public afin de valoriser les résultats de leurs recherches ; notamment, certaines sociétés néo-écossaises ont vu le jour dans la région de Halifax. Dans ce cas, ces entreprises ont assuré en partie l'interface entre la recherche publique et l'industrie. La deuxième option permet aux entreprises de disposer d'un potentiel de R et D propre ; tel est le cas de ces sociétés à l'Île-du-Prince-Édouard (Charlottetown), au Nouveau-Brunswick (Fredericton) et à Terre-Neuve (St. Alban's, St. John's, Stephenville) mises en place par des équipes de chercheurs dotés de compétences industrielles et financières. Ces sociétés produisent et commercialisent elles-mêmes leurs produits et leurs techniques.

La taille des marchés et la concurrence sont également des éléments importants dont il faut tenir compte. Selon les instituts consultés, les documents d'études récents et les entreprises elles-mêmes, il est évident que de nombreux marchés biotechnologiques vont connaître (connaissent parfois déjà) une concurrence importante au niveau international. Et si celle-ci reste le fait de firmes de taille plus importante (p. ex., pharmacie), il existe, par contre, des marchés spécifiques qui peuvent permettre le développement de sociétés de taille plus modeste²². On verra donc de petites sociétés des provinces de l'Atlantique s'engager dans ces domaines, en valorisant leur potentiel technologique dans un cadre international. Cette stratégie semble opérationnelle pour certaines sociétés dont la taille modeste n'apparaît pas comme un facteur restrictif : certaines d'entre elles utilisent d'ailleurs des réseaux de distribution à l'échelon international, grâce à des accords et à des partages de territoires avec des sociétés déjà installées. Cette situation se rencontre fréquemment dans le cas de sociétés néo-brunswickoises et néo-écossaises liées au marché des États-Unis, de l'Union européenne (p. ex., Royaume-Uni, Allemagne, Italie, France, Allemagne) et du nord de l'Asie.

22. Consulter APECA, Industrie Canada, ministère du Développement économique de la Nouvelle-Écosse, Merck Frosst Canada Inc., *Opportunities East, Atlantic Canada Pharmaceutical Showcase*, Summary of Proceedings, 4-6 octobre 1993, et Price Waterhouse, « A Study of the Pharmaceutical Industry in Atlantic Canada », étude préparée pour l'APECA, novembre 1993.

Il faut noter également, toujours dans le cadre des deux premières stratégies industrielles identifiées, le rôle tenu par la flexibilité de l'innovation biotechnologique, source même de possibilités accrues de développement entrepreneurial dans certains espaces (agroalimentaire au nord du Nouveau-Brunswick, produits agricoles et horticoles au sud de la Nouvelle-Écosse, produits marins dans les deux principales régions urbaines de Terre-Neuve – Stephenville et St. John's). En effet, la structure plus lourde des grandes sociétés peut constituer un frein dans un univers qui oblige à une grande flexibilité et à une rapidité de décision. Il faut savoir, par exemple, que la flexibilité des biotechnologies a favorisé l'émergence de petites entreprises dans des domaines particuliers mais très stratégiques et lucratifs, notamment au Nouveau-Brunswick (extraction de protéines, d'alginate ou de polymères marins divers).

Dans les deux stratégies envisagées précédemment, ces petites et moyennes entreprises doivent être capables, semble-t-il, d'assurer une part importante des investissements, notamment en ce qui concerne les dépenses de R et D, de formation, de marketing et de publicité.

On relève une troisième stratégie industrielle pour les sociétés dont une faible part du chiffre d'affaires est réalisée en biotechnologie. Cependant, leur activité principale est proche de la diversification dans ces technologies. Il s'agit le plus souvent de groupes à vocation chimique, énergétique et agro-industrielle. Ces entreprises cherchent soit à saisir une occasion technique ou commerciale, soit à utiliser une compétence particulière, ou soit encore à profiter de synergies possibles entre les biotechnologies industrielles et leur activité principale (huiles de lubrification, sous-produits de la pétrochimie, pesticides-fongicides, liqueurs pour les pâtes et papiers).

Une quatrième stratégie est identifiable au sein des entreprises qui pratiquent en biotechnologie industrielle une activité qui est souvent éloignée de leur activité de base. Il s'agit d'entreprises qui s'engagent souvent financièrement dans les entreprises des deux premiers groupes afin de profiter d'une occasion particulière et de s'insérer dans un marché qu'elles considèrent lucratif à moyen et long termes. C'est le cas d'un peu moins d'une dizaine d'entreprises pour qui ce critère semble pertinent ; on les retrouve essentiellement au Nouveau-Brunswick, mais aussi en Nouvelle-Écosse. Leur logique d'engagement s'inscrit à long terme, pour des motifs strictement techniques (anticipation des mutations à venir).

Enfin, on trouve le cas d'une cinquième stratégie industrielle dans laquelle des entreprises déclarent être concernées à moyen terme par les biotechnologies, mais qui ne sont pas encore en phase d'utilisation industrielle. Pour autant, elles gardent une activité modeste en R et D qui leur permet de rester informées sur l'avancement de certains procédés en biotechnologie, notamment dans la filière alimentaire (p. ex., produits laitiers, boissons, conserveries).

On retiendra que cette tentative de classement peut apparaître schématique par rapport à la réalité de certaines activités (variations importantes selon les thèmes industriels). En effet, il est possible qu'une entreprise n'appartienne à aucune des catégories retenues en tant que telle ou encore qu'une autre puisse se classer dans plusieurs catégories à la fois. C'est la raison pour laquelle cette typologie doit être perçue comme un cadre général et non exhaustif, permettant de mieux percevoir les diverses stratégies entrepreneuriales rencontrées dans cet espace. De fait, un certain nombre de ces sociétés peuvent toujours passer d'une catégorie à une autre selon l'évolution de leurs stratégies de développement à l'interne, notamment au regard des tendances en R et D sectorielles.

En effet, l'attitude d'une société par rapport à la R et D varie dépendamment de son activité principale dans un secteur d'application des biotechnologies industrielles. On note, par exemple, que de façon générale les sociétés agroalimentaires au Canada consacrent à leurs dépenses de R et D une part plus faible que les sociétés chimiques ou pharmaceutiques²³. Pour certaines firmes agroalimentaires, cette part s'élève rarement au-delà de 5 % de leur chiffre d'affaires alors qu'elle peut aller jusqu'à 10 %, et même plus parfois, dans le cas de sociétés spécialisées en biochimie et en pharmacie²⁴. On note dans le même temps qu'il existe une relative faiblesse des innovations technologiques dans les processus de production pour les industries agroalimentaires, alors que pour les entreprises à vocation chimique ou pharmaceutique, cette capacité est jugée nettement plus importante²⁵. Selon les études contemporaines, il faudrait comprendre cette particularité dans le fait que la capacité financière des sociétés pharmaceutiques et chimiques est souvent supérieure à celle des entreprises

23. Ibid.

24. Statistique Canada, *Statistiques sur la recherche et le développement industriel*, Cat. n° 88-202 (annuel).

25. Données émanant de l'Association canadienne des fabricants de produits pharmaceutiques (1995), de l'Association canadienne de l'industrie du médicament (1995) et du Conseil de la compétitivité agro-alimentaire (Guelph, Ontario).

agroalimentaires, ce qui leur permet à la fois de développer leur potentiel de recherche interne et de conclure des contrats de recherche à l'extérieur. Cette situation n'est pas démentie dans les provinces de l'Atlantique où, dans la quasi-totalité des cas étudiés, les entreprises liées au secteur de la chimie, par exemple, déclarent des efforts en R et D nettement supérieurs aux autres secteurs comparativement à leur chiffre d'affaires. En effet, en ce qui concerne les entreprises de ce secteur, il est important de retenir que celles-ci sont autant engagées en région dans des recherches biotechnologiques de type *fondamental* que sur les *procédés* industriels. On rappellera ici que les procédés incluent les différentes façons de fabriquer de nouveaux organismes ou des parties de ceux-ci, ainsi que l'utilisation d'organismes pour fabriquer des produits. En effet, il faut savoir que d'une façon générale les sociétés à vocation chimique, en région et ailleurs, ne possèdent pas de domaine d'application exclusif, puisqu'on les retrouve autant dans l'industrie pharmaceutique que dans l'industrie traditionnelle des produits sanitaires, comme les produits de nettoyage, de lavage et de dégradation (p. ex., traitement des rejets des industries des ressources)²⁶.

On retient surtout que l'intervention des biotechnologies a généré une nouvelle manière de concevoir les processus de production chez les industriels de la filière chimie ; cet élément, bien qu'anodin en apparence et complexe à saisir dans toute sa portée, est une véritable mutation en matière de développement industriel régional²⁷. C'est ainsi qu'au-delà de leur apparente réserve, certaines sociétés de la filière chimie présentes dans l'espace régional ont réalisé l'importance des mutations qu'implique le développement de ces technologies. Du reste, les priorités que viennent d'accorder certaines firmes chimiques aux recherches orientées en biotechnologie sont révélatrices (p. ex., Irving Oil Limited, Ultramar Canada Inc., Imperial Oil Limited). Il n'est d'ailleurs pas excessif de penser que l'utilisation des biotech-

26. De sources diverses dont : Gouvernement du Nouveau-Brunswick, ministère du Développement économique et du Tourisme, *Répertoire des produits et des fabricants*, Fredericton, Direction de la planification et de la recherche, octobre 1994 ; données de l'Institut acadien de biotechnologie, Moncton, 1995.

27. À titre d'information, il faut mentionner que les principaux obstacles au développement des biotechnologies dans le secteur de la chimie dans les provinces de l'Atlantique étaient et demeurent de nature technologique et concernaient essentiellement la rentabilité de la plupart des procédés de nature économique. En effet, le plus souvent les procédés biotechnologiques (plus complexes à mettre au point d'ailleurs) ne conduisaient, dans le secteur chimie, qu'à des substances déjà connues et produites par des procédés de synthèse chimique classique. Ce sont donc des considérations essentiellement économiques qui pouvaient déterminer le choix des industriels régionaux en la matière.

nologies en chimie industrielle est appelée à se développer, dans le cadre même des structures existantes au Nouveau-Brunswick et en Nouvelle-Écosse. On notera, pour information, qu'après avoir tenté dans une première phase de produire des substituts artificiels aux produits naturels, la chimie s'oriente à l'échelon mondial, par le biais des biotechnologies industrielles, vers la reproduction artificielle des phénomènes du *vivant*. Grâce à ce processus, il est clair que l'industrie chimique régionale sera, à long terme, modifiée dans sa structure, d'autant plus qu'elle repose essentiellement sur une source quasiment unique de matières premières, soit les dérivés pétroliers.

En ce qui concerne les entreprises à vocation pharmaceutique et du secteur biomédical, on constate que celles-ci effectuent en priorité des recherches de type *fondamental* et peu sur les *procédés* industriels eux-mêmes. On notera qu'une grande partie de ces sociétés exploitant des procédés biotechnologiques ne réalisent que rarement les travaux de recherche sur ces derniers, mais elles maintiennent souvent des savoir-faire (et donc une maîtrise technologique des procédés) par l'entremise de divers accords conclus avec d'autres firmes spécialisées en procédés. Contrairement aux entreprises chimiques, les entreprises de ce groupe sont largement spécialisées dans des applications limitées à leur secteur (les exemples régionaux les plus significatifs portent sur les acides aminés, les hormones, les sérums, les biosenseurs pour le diagnostic sanguin).

Les entreprises à vocation agro-industrielle, agroalimentaire et des secteurs connexes (industries des additifs) présentent des différences notables par rapport aux groupes précédents. Celles-ci sont marquantes dès lors que l'on fait référence aux producteurs primaires (production de pommes de terres, de fruits et de légumineuses) ou secondaires (produits laitiers transformés, boissons, condiments et additifs, corps gras divers, agents de texture). Il apparaît que le premier groupe est spécialisé dans la recherche sur la génétique agricole et horticole (p. ex., à l'Île-du-Prince-Édouard, au Nouveau-Brunswick et en Nouvelle-Écosse), alors que le second groupe est plutôt intéressé par les procédés biotechnologiques, soit en amont (procédés de fabrication), soit en aval (procédés de traitement, contrôle de la qualité). On retrouve ces cas essentiellement dans les régions de Kentville, de Maitland et de Bedford en Nouvelle-Écosse, de Saint John au Nouveau-Brunswick et de St. John's à Terre-Neuve. Ces entreprises donnent la priorité à l'exploitation des *procédés* plutôt qu'à la recherche sur ces derniers. Ici, les effets des biotechnologies industrielles sont très variés, du fait de la différence des processus industriels, des

matières premières, mais également d'état d'esprit concernant la R et D. On peut retenir, à titre d'exemple, la filière *lait* qui est de plus en plus sensible aux biotechnologies pour des raisons simples : une matière première riche en substances de base valorisables par les biotechnologies et l'existence d'une diversité de produits en bout de filière. On notera également que cette filière dispose d'un taux de croissance sur le marché supérieur à la moyenne de l'industrie agro-alimentaire au Canada²⁸. Il s'agit ici d'utiliser de nouveaux ferments pour la transformation, d'employer les sous-produits du lait pour la production de dérivés sans cholestérol et de fabriquer des protéines pour l'industrie pharmaceutique ou chimique. Dans tous les cas, une très bonne connaissance des contraintes et des exigences de la chaîne de transformation alimentaire est rendue nécessaire. Il n'est d'ailleurs pas étonnant que cette filière fasse l'objet actuellement, au Nouveau-Brunswick, d'une attention toute particulière comme segment commercial de valorisation de première importance tant dans les instances gouvernementales que professionnelles. Cela suppose, à la manière dont commencent à le faire les corporations laitières néo-brunswickoises et néo-écossaises, une organisation très bien structurée et imbriquée dans les industries agroalimentaires ainsi qu'une bonne insertion dans un réseau de partenaires provinciaux et régionaux (et même au-delà)²⁹.

■ Les stratégies commerciales

En dehors des sociétés indépendantes dont les activités sont majoritairement tournées vers le marché des provinces de l'Atlantique, il apparaît plusieurs cas d'entreprises filiales de sociétés étrangères, principalement originaires des États-Unis, et ensuite d'Europe occidentale (des sociétés qui, le plus souvent, mettent en connexion leurs réseaux commerciaux et de distribution mutuels provinciaux). En ce qui a trait aux liens avec plusieurs groupes implantés aux États-Unis, cela n'est guère surprenant, car nombreux sont ceux qui ont opté, depuis quinze ans, pour des stratégies agressives sur le plan commercial dans le domaine des industries biologiques (biomédical en tête)³⁰.

28. Données du Conseil de la compétitivité agro-alimentaire, Guelph, Ontario ; consulter également W.R. Holm & Associates, *Initiatives de la prospérité, position du secteur agro-alimentaire*, étude préparée pour le Conseil de la compétitivité agro-alimentaire, rapport définitif, juin 1992.

29. « Biotechnology: Farming Food for the Future », *Workshop Proceedings*, Fédération d'Agriculture du Nouveau-Brunswick inc. et ministère de l'Agriculture et du Développement rural, Fredericton, 28-29 juin, 1995.

30. Pour une information plus complète, Goetz et Morgan, « State-Level Locational Determinants of Biotechnology Firms ».

Quant aux liens industriels et commerciaux internationaux établis avec les entreprises régionales spécialisées en R et D, sans doute faut-il y voir là le résultat d'une globalisation croissante des processus d'innovation. Les entreprises ne cherchent pas seulement par leur contrôle à investir des marchés, mais aussi des bassins d'excellence, relativement aux technologies, aux produits ou, plus généralement, à la main-d'œuvre formée (cas type à Halifax avec un savoir-faire significatif autour des technologies biologiques). Ces liens sont aussi le résultat de la mise au point graduelle de réseaux commerciaux régionaux en biotechnologie, singulièrement dans les produits biomédicaux, qui imposent une maîtrise technique totale d'un bout à l'autre du processus (fabrication – distribution – vente) du fait même de leur instabilité (p. ex., produits frais issus de la génétique et de la microbiologie, pour le secteur hospitalier régional).

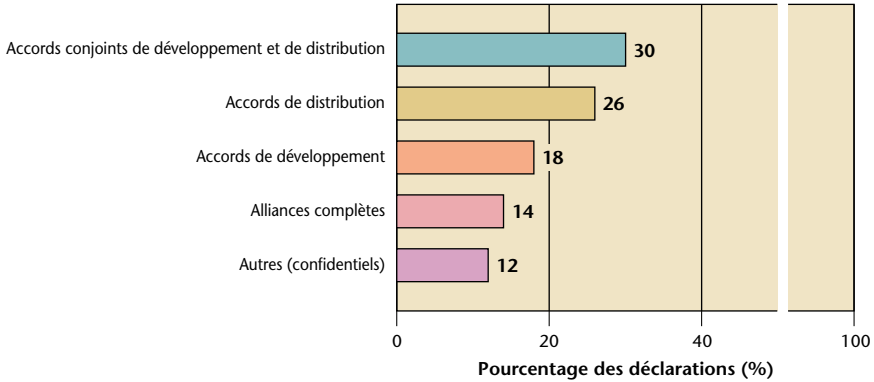
On retient en définitive deux niveaux relationnels qui paraissent directement liés aux types de relations stratégiques envisagées. Ces liens sont le plus souvent le fruit de partenariats nationaux – lorsque les liaisons avec des programmes publics canadiens de R et D en biotechnologie sont jugées majeures (cas fréquemment rencontrés) – et internationaux – lorsque les développements attendus sont trop longs et trop risqués ou qu'ils nécessitent un distributeur d'envergure – par exemple.

En ce qui concerne les relations de type international, celles-ci semblent se structurer lors de montage d'entreprises avec des coentreprises, dans le cadre d'accords de sous-traitance et d'accords de recherche à frais partagés, notamment. Ces niveaux coïncident en définitive avec les marchés qui existent au sein des réseaux commerciaux des produits à forte valeur ajoutée dans l'Est canadien. Par exemple, un nombre important de sociétés de biotechnologie liées à l'industrie pharmaceutique néo-écossaise ont des liens privilégiés avec les centres de production biomédicaux de la région de Montréal, de la région d'Ottawa ainsi que de la région de Boston. Même si ces liens se croisent parfois, ils n'ont ni les mêmes origines ni les mêmes fins.

En ce qui concerne les liens, on constate que sont privilégiés par ordre, les accords (conjoints) de développement et de distribution (30 %), puis les accords (séparés) de distribution (26 %) et de développement (18 %). Les alliances complètes ne représentent que 14 % des liens identifiés, et 12 % des liens sont jugés confidentiels (figure 14).

Figure 14

Types de liens externes identifiés et déclarés par les entreprises de biotechnologie industrielle de 2^e génération, 1995-1996

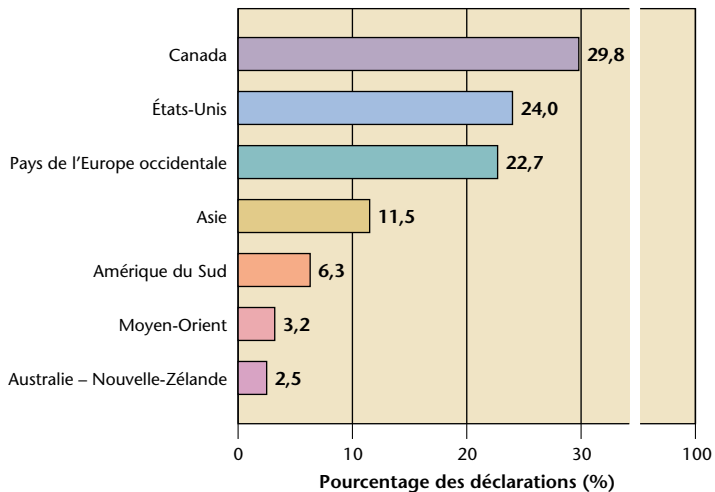


Source : Ibid.

D'une manière générale, les liens les plus importants se tissent au Canada (29,8 %), avec les États-Unis (24 %), l'Europe occidentale (22,7 %), l'Asie (11,5 %), l'Amérique du Sud (6,3 %) et l'Australie – Nouvelle-Zélande (2,5 %) (figure 15). Au sein du Canada, les quatre provinces de l'Atlantique entretiennent des

Figure 15

Liens externes entretenus par les entreprises de biotechnologie industrielle de 2^e génération, provinces de l'Atlantique, 1995-1996

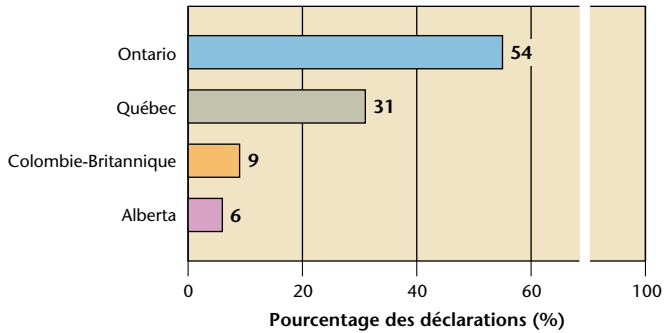


Source : Ibid.

liens avec l'Ontario (54 %), le Québec (31 %), la Colombie-Britannique (9 %) et l'Alberta (6 %) (figure 16). Aux États-Unis, on constate le poids des relations commerciales et industrielles avec les États de la Nouvelle-Angleterre (42 %) (figure 17). Au sein des provinces de l'Atlantique, il est possible d'identifier l'origine des liens et des accords : on constate que la Nouvelle-Écosse tisse les relations extérieures les plus abondantes (44 % du total) ; viennent ensuite le Nouveau-Brunswick (32 %), Terre-Neuve (13 %) et, enfin, l'Île-du-Prince-Édouard (11 %) (figure 18).

Figure 16

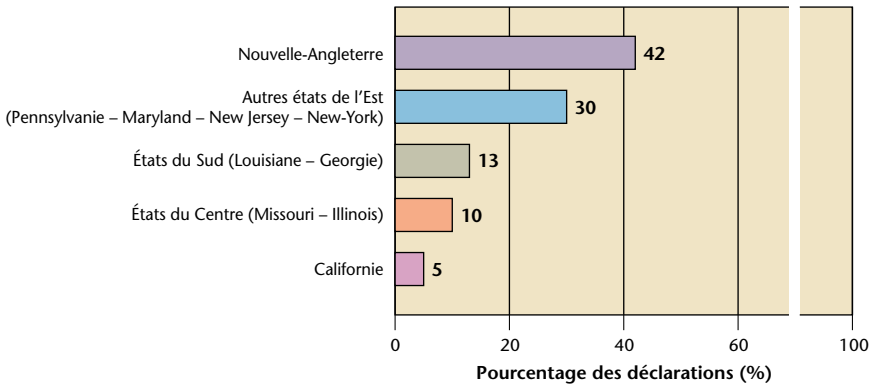
Liens externes entretenus au Canada par les entreprises de biotechnologie industrielle de 2^e génération, 1995-1996



Source : Ibid.

Figure 17

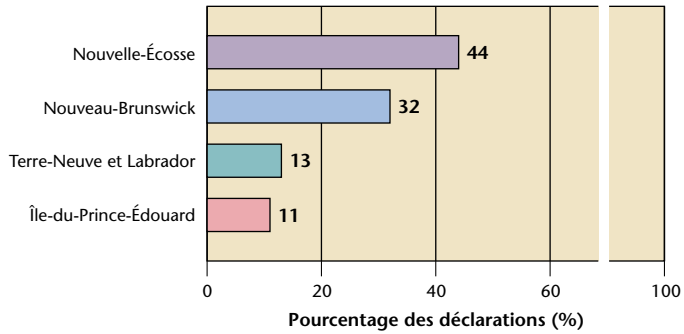
Liens externes entretenus aux États-Unis par les entreprises de biotechnologie industrielle de 2^e génération, 1995-1996



Source : Ibid.

Figure 18

**Liens interprovinciaux entretenus par les entreprises
de biotechnologie industrielle de 2^e génération, 1995-1996**



Source : Ibid.

Il faut enfin retenir les relations (accords et contrats de développement divers) entretenues par la Nouvelle-Écosse et (deuxièmement) par le Nouveau-Brunswick, avec l'Ontario et le Québec (sociétés Egetec Canada, Iogen Corp. Ltd., Sybron Chemicals Ltd., Griffin Remediation Services Ltd., ICI Research Inc.). Aux États-Unis, on retient les liens avec la Nouvelle-Angleterre (Pronova Inc., Novo Nordisk Bio Industrials), suivie de la Pennsylvanie (Bioscience Inc.), le New Jersey (Worne Biotechnology, Snomax Technologies), la Georgie (Murex Corp. Ltd., Murex Clinical Technologies, Rotox, Eka Nobel), la Louisiane (Microbe Masters Inc.), l'Illinois (Bio-System Corp. Ltd.) et le Maryland (Maltox). On mentionnera également l'accroissement de liens, jugés d'ailleurs significatifs par les entreprises elles-mêmes, avec plusieurs pays de l'Europe occidentale, notamment le Royaume-Uni (Searle), le Danemark, la Norvège (Ewos Aqua, Proton AS, Pronova Biopolymer), la France (Rhône-Poulenc, Pasteur-Merrieux, Atlangene), l'Italie (Pharmaitalia), l'Allemagne (Beiersdorf) et l'Islande (Quick). Les relations avec les pays de l'Asie et du Pacifique sont assez équilibrées puisque des accords existent avec la plupart de ceux qui, dans le domaine des biotechnologies, jouent un rôle certain (Japon, Corée du Sud, Thaïlande, Indonésie). On notera en revanche la présence (à ce jour) d'un seul lien avec le Mexique dans le domaine de la distribution (Provedora Teknimex). L'ensemble présente, en définitive, un bon début d'internationalisation et de mise en réseaux, même s'il est encore modeste³¹.

31. Il suffit pour s'en convaincre de parcourir les deux dernières livraisons du *Canadian Biotechnology Directory*, 1995 et 1996.

La maîtrise et l'organisation de la recherche et développement, le renforcement des ressources humaines

Si les provinces de l'Atlantique affichent un tableau pour le moins inattendu au chapitre des pôles de compétences et des potentiels industriels, il n'en demeure pas moins que la poursuite d'un enracinement régional dans les biotechnologies ne peut se faire qu'au prix d'un double effort. Celui-ci passe par nécessité, du fait du rythme rapide de l'innovation industrielle, par une maîtrise constante et renouvelée de la R et D, techniquement et financièrement. Or, des variations existent quant à l'effort à réaliser, selon les entreprises, ce qui n'est pas sans conséquence sur le potentiel d'insertion régional dans ces technologies. Dans le même sens, ce nécessaire maintien de la R et D passe par un renforcement important des ressources humaines susceptibles de la gérer et de la mettre en œuvre dans une perspective de fabrication à des fins commerciales. Ces deux éléments sont au cœur de toutes stratégies de développement régional axées sur ces technologies innovantes, car ils se définissent comme des vecteurs clairement identifiés du développement économique.

■ **La recherche et développement et sa nécessaire maîtrise**

L'innovation industrielle constitue un des éléments les plus importants dans la concurrence interentreprises en biotechnologie. Il est clair que la survie des entreprises productrices dépend pour une large part de leur maîtrise à gérer l'activité de recherche. La prise en compte de cet aspect, qui est souvent mal identifié d'ailleurs, est pourtant fondamentale lorsque l'on cherche à stimuler le développement économique des secteurs générant de la valeur ajoutée. À ce chapitre, il faut percevoir qu'en terme sectoriel, l'importance des activités de recherche en biotechnologie varie dans l'Atlantique, selon qu'il s'agit des industries chimiques, pharmaceutiques ou même agroalimentaires.

Pour la filière chimie, la généralisation des biotechnologies oblige à vérifier en permanence la compétitivité de ces technologies par rapport aux méthodes classiques ; est-elle capable d'apporter un élément

significatif en ce qui concerne le développement industriel ? Au sein de la filière agricole, où la génétique s'avère l'un des axes majeurs de la valorisation de plusieurs productions (p. ex., au Nouveau-Brunswick), il offrait un certain retard du fait de la moins bonne connaissance de cette discipline chez les industriels provinciaux. Pour autant, il faut reconnaître que les expériences les plus significatives (en matière de saut technologique) demeurent dans ces secteurs, même si ceux-ci s'engagent en recherche au moyen de budgets très variés. Si les entreprises du secteur pharmaceutique et biomédical en région consacrent dans certains cas jusqu'à 7 à 8 % de leur chiffre d'affaires en budget de recherche biotechnologique (rarement plus), les entreprises du secteur agroalimentaire (développant ou utilisant ces technologies) n'y consacrent qu'une moyenne aux environs de 0,2 à 1,5 %³². Selon ces indicateurs assez peu fiables – car il est difficile de savoir exactement ce que recouvre un budget de recherche en biotechnologie – il apparaît que de fortes variations existent dans l'effort consacré à la R et D en biotechnologie. Alors que les entreprises du secteur pharmaceutique et biomédical régional présentent un important potentiel financier, de même que des ressources humaines en recherche assez développées, les entreprises du secteur agroalimentaire offrent une quasi-pauvreté en la matière³³. Cette différence s'explique du fait de leur vocation ou de leur identité, le tout parfois renforcé par les spécificités régionales (faible tradition de la valorisation des produits alimentaires d'une manière générale)³⁴. Pour l'industrie du secteur biomédical, il est clair que la recherche de nouveaux produits est essentielle³⁵. Il s'agit d'une question tout à fait vitale pour ce secteur dont l'avenir repose sur la recherche fondamentale en biotechnologie. Ainsi, l'industrie pharmaceutique régionale se trouve obligée de réaliser une partie de la recherche fondamentale elle-même, créant sur place des unités spécialisées, ce qui est

32. Consulter APECA, Industrie Canada, ministère du Développement économique de la Nouvelle-Écosse, Merck Frosst Canada Inc., *Opportunities East, Atlantic Canada Pharmaceutical Showcase*, et Price Waterhouse, « A Study of the Pharmaceutical Industry in Atlantic Canada ». Données émanant de sources diverses : RADAR 1995 – STRATEGIS 1996 ; Conseil de la compétitivité agro-alimentaire (Guelph, Ontario), *Canadian Biotechnology Directory*, 1992 et 1996.

33. Ibid.

34. Maurice Beaudin et Donald J. Savoie, *Les défis de l'industrie des pêches au Nouveau-Brunswick*, Moncton, Éditions d'Acadie, 1992, chapitre 6. On consultera également W. Mark Brown, « Competitiveness in a Resource Dependent Region: The Case of Food Processing in Canada's Maritime Provinces », *Canadian Journal of Regional Science*, vol. 18 (automne 1995), p. 401-425.

35. « Biotechnological Opportunities », *New Brunswick Agri-Business*, (suppl. to BBJ), vol. 1, août 1995.

un élément non négligeable de développement localisé, notamment en Nouvelle-Écosse (régions de Bedford, de Kentville, de Berwick et d'Armdale). *A contrario*, il semble, pour l'instant, que les entreprises du secteur agroalimentaire déclarant avoir un lien avec les biotechnologies, ne se préoccupent pas de développer à l'interne un potentiel de R et D dans ces technologies. D'ailleurs, on n'y retrouve pas d'importantes activités de recherche. Ces entreprises doivent répondre à plusieurs difficultés majeures quant à l'insertion des biotechnologies, à savoir : une meilleure connaissance des matières qu'elles utilisent ; l'automatisation de leurs processus de fabrication ; le contrôle de la qualité de leurs produits (p. ex., durée de vie lors de la distribution) ; enfin, la conception de produits entièrement nouveaux³⁶.

En dehors de leur faible vocation pour la recherche, pour des raisons diverses ces industries n'ont souvent pas les moyens financiers pour s'y consacrer. Pourtant, si ce secteur dispose de marges réduites par rapport à d'autres (p. ex., un secteur plus faible sur le plan financier), il se situe à des échelles plus importantes que l'industrie biomédicale en ce qui concerne le volume. Selon les études récentes, il semble qu'une amélioration – même modeste – des marges obtenues à l'aide de procédés issus des biotechnologies a pour conséquence un impact important sur les résultats financiers. Autrement dit, si l'on note des variations majeures dans les niveaux de la R et D affectés aux biotechnologies dans chaque entreprise, celles-ci restent cohérentes selon les degrés d'implication des principaux secteurs. Elles sont fortes pour les entreprises à vocation pharmaceutique et faibles pour celles à vocation agroalimentaire. Il y a donc là un thème majeur de réflexion devant nécessairement être pris en compte lors de la mise au point de stratégies provinciales qui encourageraient, d'un point de vue sectoriel, toutes démarches de développement.

■ La recherche et développement et son organisation actuelle

Les éléments vus précédemment laissent voir certaines cohérences dans l'organisation générale de la R et D en biotechnologie dans les provinces de l'Atlantique. Il semble, en effet, que les spécificités provinciales contribuent à définir les différents types d'activités de la R et D. C'est au sein des réseaux relationnels (provinciaux, nationaux

36. « Agricultural Biotechnology International Conference » (ABIC'96), 11-14 juin 1996, The Signature Group, Saskatoon, Saskatchewan.

et même au-delà), ainsi que des types d'organisations dans lesquels elles se situent, que se structure surtout leur fonctionnement.

On retient que les entreprises de biotechnologie de 2^e génération (entreprises exerçant l'essentiel de la R et D) ayant des unités de recherche dans plus d'un centre urbain et qui singularisent leurs différentes fonctions (siège social, production, recherche, développement) restent rares dans l'espace régional. Les exceptions relevées portent essentiellement sur le cas de certaines divisions spécialisées de groupes industriels qui s'articulent entre plusieurs centres au Nouveau-Brunswick et en Nouvelle-Écosse (cas type pour certaines séquences de R et D en biotechnologie entre les secteurs des pâtes et papiers et de la pétrochimie).

On notera que les fonctions de la R et D sont plutôt réduites en nombre, même dans le cas d'une présence en périphérie urbaine (p. ex., Halifax)³⁷. Rares sont les entreprises à potentiel de R et D qui disposent d'autres unités dans des villes de l'une ou l'autre des provinces respectives. Très exceptionnellement aussi (cas relevé uniquement en Nouvelle-Écosse), on note la présence d'entreprises, dont le siège social est situé en région urbaine, ayant localisé leurs activités de R et D en dehors du cadre urbain. C'est notamment vrai pour quelques entreprises spécialisées dans l'enzymologie de décontamination pour les activités liées au nettoyage industriel.

Les institutions de R et D relevant de la gestion des provinces présentent une image similaire. Les organismes provinciaux sont urbanisés, particulièrement en Nouvelle-Écosse, et de manière moins forte au Nouveau-Brunswick. Leur logique de fonctionnement s'inscrit prioritairement dans une perspective régionale et ne participe pas de manière active à l'épanouissement de relations significatives entre les provinces de l'Atlantique. Beaucoup de recherches y sont conduites sans que l'on puisse véritablement dire qu'on est en présence de centres de transfert de technologie totalement opérationnels (même s'ils sont présentés comme tels). On notera avec intérêt que, parfois même, ces activités se constituent souvent par le rapprochement d'intérêts en matière de R et D avec des établissements parfois très éloignés des régions de l'Atlantique. Ces cas se retrouvent en Nouvelle-

37. Cf. RADAR 1995 – STRATEGIS 1996 et Gouvernement du Nouveau-Brunswick, ministère du Développement économique et du Tourisme, Répertoire du Nouveau-Brunswick – Recherche et développement 1992, Fredericton, Secrétariat aux Sciences et à la Technologie, 1991 ; et Gouvernement de la Nouvelle-Écosse, « Science and Technology in Nova Scotia: A Directory of Public Sector Research and Development », Technology Transfer Office, 1989.

Écosse dans le cadre de liens avec l'Alberta Research Council, la British Columbia Biotechnology Alliance et des centres de R et D en Europe (on pense, par exemple, à des activités de R et D conjointes avec des firmes en chimie-pharmacie comme Rhône-Poulenc et Pasteur-Merriex en France). Quant aux structures fédérales, elles apparaissent inégalement localisées à l'échelle des provinces de l'Atlantique pour qu'elles puissent générer des liens forts. Pour autant, là encore, la région de Halifax présente la meilleure configuration. L'Institut des biosciences marines, par exemple, qui dépasse de loin son propre mandat initial par des relations importantes avec des établissements étrangers et des contrats d'envergure avec des sociétés canadiennes au sein et à l'extérieur des provinces de l'Atlantique, est le seul à avoir une R et D à finalité industrielle et commerciale véritablement établie.

En ce qui concerne les rapports contractuels interentreprises en matière de R et D, ces derniers y sont souvent significatifs même s'ils semblent s'établir à l'échelle de chaque espace urbain. Ainsi, la compilation des données émanant des éditions successives du *Canadian Biotechnology Directory* 1993-1996, couplées à d'autres banques de données commerciales et industrielles, permettent de connaître les entreprises de R et D en biotechnologie qui travaillent sous contrat avec d'autres entreprises ou des organismes gouvernementaux. Même si ces informations doivent être utilisées avec précaution, une approche comparative de cet indicateur, réalisée sur quelques régions urbaines ayant une pertinence avec le thème, atteste de variations certaines.

À Halifax, moins de 50 % des départements de R et D en biotechnologie travaillent principalement pour eux-mêmes ou leurs sociétés mères. Ce sont d'ailleurs le plus souvent des unités œuvrant dans les biotechnologies médicales. Pour 40 % des départements de R et D, leur activité est générée par des contrats, des consultations pour des organismes gouvernementaux ou des entreprises externes. Enfin, 10 % ont développé des activités de R et D essentiellement grâce à des contrats publics. Dans la région de Saint John, la répartition se présente de manière très différente. Près de 60 % des divisions de R et D travaillent pour elles-mêmes ou leurs sociétés mères, les autres bénéficiant de contrats publics ou associant des commandes publiques et d'entreprises. Cet écart dans les relations entre les deux provinces laisse entendre qu'il existe des variations notables dans les liens de R et D en biotechnologie dans les provinces de l'Atlantique.

En Nouvelle-Écosse, le système de R et D se structure principalement à partir des secteurs liés aux activités en biotechnologie pour la chimie fine, la pharmacie et l'agro-industrie. On relève, d'ailleurs, que les unités de R et D en biotechnologie sont souvent nées lors des développements pilotés par quelques grandes entreprises sous-traitant des segments de leurs programmes. Cette organisation laisse entendre la recherche d'économie dans les activités de R et D, en bénéficiant des complémentarités de compétences. Par ailleurs, l'importance des activités liées au secteur biomédical et pharmaceutique explique, pour une grande part, la place prise par les contrats publics.

L'organisation de la R et D en biotechnologie au Nouveau-Brunswick s'appuie plutôt sur deux champs industriels : d'une part, celui du traitement industriel et urbain (et l'ingénierie générale liée à ce secteur), et d'autre part, celui des produits de base pour les filières de la transformation agroalimentaire. On constate, dans de très nombreux cas, que la plupart des unités de R et D travaillent à la fois pour elles-mêmes, pour d'autres entreprises ou sur contrats publics. C'est un schéma que l'on retrouve aisément en R et D concernant les filières des ressources (dérivés aquacoles et horticoles, pâtes et papiers). Dans ce dernier cas, les activités sont nettement indépendantes ou se pratiquent pour la société mère. On a eu l'occasion de mentionner précédemment que parallèlement à la constitution de ces centres de R et D se sont agrégées, depuis une quinzaine d'années, un certain nombre de sociétés de services (prestataires de services, fournisseurs divers) liées à l'essor de ces technologies en région. De fait, leur localisation systématique à proximité d'unités industrielles apparaît cohérente, et cet élément est confirmé par le secteur entrepreneurial lui-même. On relèvera à ce sujet qu'entre les régions de Halifax – Dartmouth – Burnside, de Kentville, de Saint John, de Fredericton, de Charlottetown et marginalement de St. John's, le poids de ces sociétés œuvrant en appui de la R et D industrielle est inégal.

On a ainsi tenté de décrire brièvement la manière dont se présentent les principaux traits de la R et D en biotechnologie régionale. Pour autant, que peut-on dire d'un point de vue qualitatif, des rapports qu'entretiennent le milieu industriel régional des biotechnologies avec les organismes publics de recherche ?

Ces derniers font actuellement l'objet de maints discours et projets de développement partout dans les provinces de l'Atlantique,

tant à Fredericton, à St. John's qu'à Halifax³⁸. En fait, ces rapports dépendent largement de la nature et de la taille des entreprises, ainsi que de la réelle volonté et de la capacité de chaque province à pouvoir s'engager sous la forme d'encouragements divers (institutionnels et financiers) dans ces innovations industrielles.

Le modèle le plus courant est celui qui consiste à créer des relations à partir de contrats cadres entre les partenaires pour la mise en œuvre de plusieurs projets de recherche. En règle générale, les organismes publics de recherche réalisent la partie *fondamentale* de l'activité de recherche, alors que les entreprises prennent en charge la partie *appliquée*. Les entreprises des provinces de l'Atlantique assurent souvent dans ce processus l'aide financière à l'organisme public si la recherche est concluante ; ce qui est un modèle souvent rencontré en Nouvelle-Écosse, à Terre-Neuve ainsi que récemment au Nouveau-Brunswick.

Un autre aspect de ces relations est celui de la sous-traitance des entreprises dans le secteur public de la recherche dans l'espace régional. En effet, ce domaine représente l'aspect le plus difficile à saisir ; peu d'information circule et le goût du secret est ici de mise. Cependant, on peut établir un premier aperçu de ce domaine à la suite des informations recueillies. L'existence d'un laboratoire de recherche biotechnologique régional interne aux entreprises et la maîtrise des activités de recherche à l'intérieur des entreprises favorisent la coordination des actions à long terme. Tel est le cas de la plupart des entreprises dotées d'un centre de recherche de biotechnologie de la région de St. John's, de Halifax – Dartmouth – Burnside et de Fredericton. Ainsi, lorsque des thèmes de recherche pertinents sont identifiés, ces entreprises ont la capacité de réaliser les recherches nécessaires dans le cadre de leurs structures. Elles ne font pas, le cas échéant, *sous-traiter* des recherches dans des organismes externes. Par contre, si ces recherches ne semblent pas porteuses de résultats prometteurs, ces mêmes entreprises ont tendance à faire *sous-traiter* des recherches aux universités et aux institutions qui leurs sont liées (cas type à Halifax entre le secteur biomédical et Dalhousie University avec l'Institut de biotechnologie de l'Atlantique). Il s'agit là, pour certaines entreprises, d'un risque qu'elles savent bien calculer. Cette stratégie permet aux entreprises, notamment au registre des applications en génétique et en enzymologie, de développer certaines

38. On consultera les plates-formes gouvernementales des deux partis libéraux lors de la prise de fonction de Brian Tobin (Terre-Neuve) et du scrutin provincial au Nouveau-Brunswick en septembre 1995 (propositions du candidat Frank McKenna).

biotechnologies en leur sein sans devoir investir dans des domaines qui ne seraient pas porteurs à moyen terme. Ces entreprises financent ces institutions et demandent le retour des résultats des recherches dans leurs propres structures de R et D. Si le résultat est jugé intéressant, elles achètent et protègent ces résultats.

Par ailleurs, on notera l'importance des services de consultation dans les relations entre l'industrie et la recherche publique en région. Ils sont jugés comme étant une activité essentielle car, d'une part, ils contribuent à orienter les thèmes de recherche des laboratoires industriels ; d'autre part, ils permettent de créer un climat de confiance entre les milieux, à partir desquels peuvent se développer plus tard des relations élaborées. Pour autant, les efforts publics dans les provinces de l'Atlantique, qui demeurent modestes en terme quantitatif à l'échelle des autres provinces canadiennes³⁹, ne doivent cependant pas cacher un point important : l'engagement provincial depuis ces dix dernières années, ainsi que brièvement mentionné plus haut. Il est clair qu'ici, de toutes les provinces, la Nouvelle-Écosse et Terre-Neuve se situent dans une position unique (toutes choses égales par ailleurs), dans la mesure où la prise en compte des biotechnologies comme vecteurs de développement a été précoce. De fait, on retient que les premiers encouragements institutionnels orientés vers des activités en biotechnologie des deux gouvernements provinciaux remontent aux années 1970 et qu'ils furent développés par la mise en place d'institutions de recherche fédérales significatives à la même époque⁴⁰.

Pour la Nouvelle-Écosse, ces encouragements ont pris diverses formes et l'une des plus courantes fut celle de programmes cadres dotés d'objectifs pluriannuels menés en étroite coopération avec les universités de Halifax et sa région (Dalhousie University, Institut de biotechnologie de l'Atlantique), les centres publics de recherche (Institut de biosciences marines, Nova Scotia Agricultural College) et la Nova Scotia Research Foundation Corporation. L'encouragement institutionnel a été important et il a débouché sur la création d'une série de micro-entreprises hautement spécialisées et très ancrées dans le milieu universitaire et les centres publics (Marine Gene Probe Laboratory, Path Scientific Research Ltd., Endogro Systems Inc., New

39. On perçoit cet aspect en parcourant, par exemple, les éditions successives du *Canadian Biotechnology Directory* au registre des établissements publics (années récentes).

40. Mona F. Wall, « Technology: Meeting the Challenge of Change », rapport spécial, Gouvernement de Terre-Neuve et du Labrador, 1992 ; et A. Lamport, « Common Ground: 25 Years of Planning in Nova Scotia », *Voluntary Planning*, Gouvernement de la Nouvelle-Écosse, 1988.

Age Biomaterials Inc.)⁴¹. Année après année, le rôle croissant de ces centres de recherche publics a été tel qu'il est devenu un partenaire important sur de multiples séquences en biotechnologie. Il faut mentionner les importants accords de développements conjoints sur les filières du biomédical, qui ont pour origine un encouragement public provincial intervenu dans les années 1970 et 1980. La qualité du cadre relationnel élaboré et développé entre la recherche privée et publique au cours de ces dernières années en Nouvelle-Écosse semble devoir trouver ici son origine. Les principaux accords de développement avec la recherche privée néo-écossaise se font avec les sociétés SynPhar Laboratories Inc., Fisheries Resources Development Limited, Diagnostic Chemicals Ltd., SCIEX (Division de MDS Health Group Ltd.), Fenwick Laboratories, Silvagen, Dominion Biologicals Ltd. et même avec un centre de recherche privé étranger localisé en France, appartenant au groupe franco-américain Rhône-Poulenc-Rorer. L'essentiel de la recherche porte sur les micro-organismes, la pharmacologie, l'agrochimie, les analyses techniques, l'enzymologie et la génétique.

Terre-Neuve présente une image sans doute plus contrastée, mais pour autant originale. La recherche publique dans le secteur des biotechnologies marines remonte à plus de quinze ans et ces technologies ont trouvé graduellement un terrain privilégié de diffusion au sein du secteur privé (l'aide au secteur aquacole et de ses dérivés concourant pour une part non négligeable au budget provincial consacré aux sciences et à la technologie depuis longtemps déjà)⁴². Plus récemment, c'est par l'encouragement renouvelé de la recherche publique (ministère de l'Agriculture rurale de Terre-Neuve – Labrador et Développement du Nord – St. John's, ministère des Pêches – St. John's, ministère des Ressources forestières – Corner Brook) que la province a amorcé une diversification biotechnologique en matière de valorisation agricole et de ses sous-produits (p. ex., déchets et rejets). On note des accords et des contrats de recherche assez importants dans les domaines de la sylviculture et de la fermentation avec plus d'une dizaine de petites et moyennes entreprises. Mais pour l'essentiel, le point focal des relations en matière de recherche se fait grâce à Memorial University qui a structuré progressivement un réseau d'activités en biotechnologie, avec l'aide de l'Agence de promotion économique du Canada atlantique (APECA) et de son centre Seabright

41. Gouvernement de la Nouvelle-Écosse, « Science and Technology in Nova Scotia ».

42. On peut consulter à ce sujet la série *Annual Reports*, (1987-1994), Industrie, Sciences et Technologie, Gouvernement de Terre-Neuve et du Labrador.

Corporation Ltd. La diffusion de la recherche fondamentale au sein des départements universitaires et des instituts reliés (p. ex., Fisheries and Marine Institute, Canadian Centre for Fisheries Innovation) se fait par l'entremise d'une dizaine d'entreprises créées par la voie de l'essaimage technologique, et concernant les biotechnologies (analyses pour l'agroalimentaire, anticorps monoclonaux, extractions biologiques), par les entités Terra Nova Biotech Ltd., Bio-ID Corporation Limited et PA Pure Additions Inc., dont Seabright Corporation Ltd. assure la promotion. Des liens significatifs (développement de licences d'exploitation, accords de développement) ont été créés avec des entreprises privées à vocation industrielle : A/F Protein Canada Inc. (États-Unis) présente à St. John's (expertise en ingénierie des protéines), Aqua Health Ltd. à l'Île-du-Prince-Édouard (produits pour la santé animale), les firmes pharmaceutiques ou spécialisées en chimie fine comme Eli Lilly (États-Unis), Merck Frosst (Allemagne) et Atlangene (France). Cet ensemble ne doit pas masquer le fait que s'il existe une ressource entrepreneuriale en matière biomédicale, le cadre relationnel avec les centres de transfert technologiques est encore insuffisamment développé⁴³. Terre-Neuve aurait de la difficulté à « commercialiser » les fruits de sa recherche fondamentale en biotechnologie d'origine publique.

Par tradition locale et du fait de la forte dépendance sectorielle, les institutions publiques de l'Île-du-Prince-Édouard ont toujours accordé une attention particulière aux biotechnologies agricoles même si l'orientation envisagée a été presque monosectorielle, étant donné l'étroitesse des types d'activités valorisables sur place. Il faut constater l'encouragement public significatif dans les biotechnologies de la sélection végétale (ministère de l'Agriculture), qui n'est pas sans répercussion sur les centres de recherche publics à Charlottetown (développement d'infrastructure comme le Food Technology Centre, le Collège de médecine vétérinaire de l'Atlantique, de même qu'une unité d'analyse pathologique d'Agriculture Canada). Le cadre relationnel qui existe sur l'Île consiste essentiellement à un transfert de technologie, dont le but est de maximiser les champs d'expertise en ingénierie du traitement des légumineuses et, plus généralement, de l'horticulture aux fins d'exploitation commerciale pour le secteur de la transformation alimentaire, d'une part, et sur le versant des dérivés aquacoles et marins, d'autre part (liens entre les sociétés et les

43. Arthur D. Little, « Assessment of Opportunities and Development of a Marine Biotechnology Strategy for Newfoundland and Labrador, Phase I », étude préparée pour Industrie Canada à Terre-Neuve, rapport final, janvier 1995.

institutions Aqua Health Ltd., l'Atlantic Veterinary College, l'Atlantic Fish Health Inc., l'Atlantic Sea Smolt Ltd. et le Canadian Aquaculture Institute)⁴⁴. On note enfin des projets pilotes en bioénergie (Corporation de l'Énergie de l'Île-du-Prince-Édouard) avec plusieurs entreprises agricoles.

Le Nouveau-Brunswick, pour des raisons diverses sans doute liées à l'orientation en matière de politique industrielle provinciale, avait délaissé historiquement le secteur des biotechnologies au profit du secteur des télécommunications, jugé largement prioritaire en ce qui a trait à l'ajustement. Mais, devant l'ampleur du phénomène de transformations industrielles provoqué par ces innovations dans la province (industries extractives, pâtes et papiers, traitements industriels et urbains, préparation des produits intermédiaires pour l'agroalimentaire, exploitation des dérivés aquacoles et marins), le gouvernement provincial a décidé, à partir de 1993-1994, de s'engager résolument dans la valorisation de ces technologies industrielles. On retiendra, en effet, que la situation singulière de la province était largement liée au faible intérêt du secteur entrepreneurial. D'une manière générale, le niveau modeste des relations entre la recherche publique et le secteur privé, qui prévalait il n'y a pas longtemps en matière de biotechnologie dans la province, était illustrative de ce facteur peu encourageant. On mentionnera que durant la dernière décennie, le secteur minier (p. ex., sociétés East West Caribou Mining Ltd. et Murray Brooks Resources Inc.) avec le secteur aquacole (obtention d'espèces et traitement des eaux d'élevage) aura été l'un des secteurs le plus rapidement touché. Il a sans nul doute contribué à l'investissement privé biotechnologique à une époque où beaucoup d'entrepreneurs du secteur concerné ne songeaient pas à l'introduction de ces innovations dans leurs processus de production, alors même qu'elles paraissaient inévitables pour d'autres. De fait, le secteur minier, rendu au point de non-retour en ce qui a trait à l'adaptation industrielle, a encouragé les activités d'ingénierie en matière de lixiviation⁴⁵. On notera que ce processus a trouvé écho en favorisant le développement de nouveaux cadres relationnels entre la recherche publique et privée. Ces derniers sont, semble-t-il, les témoins les plus intéressants de ces dernières années de la montée en charge des activités provinciales liées aux procédés bactériens. Des exemples significatifs de ces accords avec

44. « Rapport quinquennal », présenté au Parlement (1988-1993), APECA, février 1994.

45. Statistique Canada, (en collaboration avec Énergie, Mines et Ressources Canada, Communication Canada et Industrie, Sciences et Technologie Canada), « Enquête sur la diffusion de la technologie dans l'industrie minière », Ottawa, Statistique Canada, 1990.

certaines petites et moyennes entreprises peuvent être relevés au sein du Conseil de recherche et de productivité (dans ses départements *processus et techniques environnementales* et *chimie-service biotechnique*) ; au sein du secrétariat de l'Énergie du Nouveau-Brunswick et, enfin, au sein du ministère de l'Agriculture (station de recherche de Fredericton).

En définitive, il est clair que l'orientation actuelle prise par le gouvernement provincial relativement à ces technologies (secteur horticole, sylvicole, aquacole et des produits marins) est un signe des temps nouveaux (le Cabinet provincial avait déjà approuvé, en 1995, la *Stratégie du Nouveau-Brunswick sur la biotechnologie et les innovations techniques*). En effet, on a assisté récemment à la création d'une agence spécialisée à Fredericton (Bio Atlantech), dotée d'une contribution de trois millions de dollars (ministère de l'Agriculture et Aménagement rural – Nouveau-Brunswick, Agriculture et Agro-alimentaire Canada, Pêches et Océans Canada et secteur privé), et chargée de fédérer les intérêts provinciaux en R et D biotechnologique dans une perspective avérée de développement industriel (coordination de programmes de formation, repérage des thèmes porteurs, établissement d'une stratégie provinciale). Elle se fonde notamment sur les compétences respectives des centres de recherche de la University of New Brunswick (secteur foresterie et végétaux) et du Centre de recherche sur les aliments (Université de Moncton). De même, la constitution progressive, à l'initiative d'une entité indépendante (l'Institut acadien de biotechnologie – Moncton), d'une fédération des entreprises de biotechnologie du Nouveau-Brunswick, dans une perspective de formation et de renforcement des ressources humaines, est la preuve d'un changement d'état d'esprit au Nouveau-Brunswick.

■ Le renforcement des ressources humaines

Plusieurs études de l'OCDE ont tenté d'examiner, de percevoir et, dans certains cas, de mesurer l'impact des biotechnologies sur l'emploi, en le comparant avec celui relatif aux secteurs émergents sur le développement de la main-d'œuvre dans les pays industrialisés depuis la fin des années 1950⁴⁶. En effet, à la fin des années 1970, la coïncidence du départ de la *révolution micro-électronique* et du ralentissement de l'activité économique a alimenté les craintes de voir

46 OCDE, *Biotechnologie : effets économiques et autres répercussions* ; OCDE, *Considérations relatives à la biotechnologie*.

l'utilisation de cette technologie favoriser les économies de main-d'œuvre et conduire à une période de *croissance sans création d'emploi*⁴⁷. Parallèlement, ces études indiquent qu'au cours de la période récente, les niveaux d'emplois globaux dans les pays de la zone OCDE n'ont pas été influencés de façon significative par les progrès techniques. Les facteurs macroéconomiques, notamment les taux de croissance, ont joué un rôle beaucoup plus important. Les technologies nouvelles semblent avoir entraîné à la fois des créations et des pertes d'emplois, les premières semblant l'emporter sur les secondes. Pour autant, les conséquences pour l'emploi ont été sensiblement différentes d'un secteur économique à l'autre. Le progrès technique a contribué à une diminution des effectifs dans le secteur manufacturier, même si certains pays ont enregistré une augmentation de l'emploi dans le secteur des hautes technologies, sans toutefois inverser le solde. Au total, ces nouveaux emplois ont plus que compensé les pertes essuyées par le secteur manufacturier en raison du progrès technique. L'impact de ce dernier s'est fait davantage sentir dans l'évolution de la structure de l'emploi et l'exigence de qualifications renforcées que dans les niveaux d'emplois globaux.

Il est intéressant de constater que les études sectorielles se sont attachées jusqu'à présent presque exclusivement à l'étude de l'impact des technologies de l'information, les biotechnologies n'étant que rarement mentionnées, notamment durant la décennie 1970-1980. Jusqu'à tout récemment, les entreprises et les pouvoirs publics n'ont pas lié leur soutien aux biotechnologies à l'espoir de créer de nombreux nouveaux emplois. En fait, quelques études réalisées au cours des années 1970 sèment un doute quant au potentiel de création d'emplois à la suite de l'insertion des biotechnologies, du moins pendant les premières années d'exploitation. La pénurie persistante de main-d'œuvre depuis le milieu des années 1980 dans cet univers technologique a conduit à une évaluation un peu plus optimiste, en ce qui concerne au moins le personnel disposant d'une bonne qualification. Plus largement, les études mettent l'accent sur les problèmes liés à l'attraction des ressources humaines, notamment dans les secteurs du marketing, du management, de la production et, enfin, de la R et D. C'est à la lumière de ces différents éléments qu'il convient de percevoir ce thème tout à fait essentiel.

47. Nous faisons ici référence au dossier consacré à l'impact des nouvelles technologies sur l'emploi, *L'observateur de l'OCDE*, n° 194 (juillet 1995).

De fait, ainsi que le souligne une étude récente de Ressources humaines Canada sur le développement de l'emploi en biotechnologie, le défi auquel doit faire face le Canada dans son ensemble est bien celui de l'investissement dans les ressources en personnel disposant de la culture technico-scientifique adéquate sur les séquences spécifiques de la génétique, de l'enzymologie ainsi que de la microbiologie dans une perspective à long terme⁴⁸. Or, en tant que disciplines nouvelles au passé industriel récent au Canada, ce défi semble difficile à relever, même si, pour tous, il peut paraître incontournable. Lorsqu'on observe les processus à l'œuvre dans les provinces de l'Atlantique, on perçoit que les difficultés éprouvées renvoient toutes à la capacité pour les entreprises à attirer le personnel compétent en R et D qui, lorsqu'il existe, s'oriente plutôt vers les parcs industriels et scientifiques de l'Ontario, notamment ceux de la région d'Ottawa, ou même encore vers les pôles biotechnologiques du Québec qui offrent un accueil professionnel appréciable (cadre de travail, conditions salariales, possibilités accrues de développement de carrières, etc.). Ainsi, à l'exception des firmes dont les biotechnologies représentent plus une diversification qu'un pilier de développement industriel, le principal écueil auquel les entreprises spécialisées dans l'espace régional doivent faire face est l'attraction d'un personnel compétent en R et D et en fabrication. On retrouve ainsi à l'échelle régionale les problématiques soulevées par les études de l'OCDE et celles émanant de Ressources humaines Canada.

Pour tous ces écueils, les entreprises laissent entendre que la plupart des difficultés en matière de gestion des ressources humaines sont à venir, du fait de l'accroissement de ces technologies un peu partout dans les différents secteurs d'activités en région.

De même faut-il noter que, pour le moment, les activités de recrutement de personnes-ressources sont exercées essentiellement par les entreprises de biotechnologie dans le domaine de la *recherche*, d'une part et par les industries traditionnelles dans les domaines de la *fabrication*, d'autre part, où se trouvent plus souvent les compétences basées sur des techniques traditionnelles (du fait de la présence de procédés plus classiques, comme nous l'avons vu précédemment) et de commercialisation des produits. En clair, ici comme ailleurs, l'enjeu actuel et virtuel porte sur la recherche de personnes-ressources dans les fonctions touchant la fabrication et la R et D.

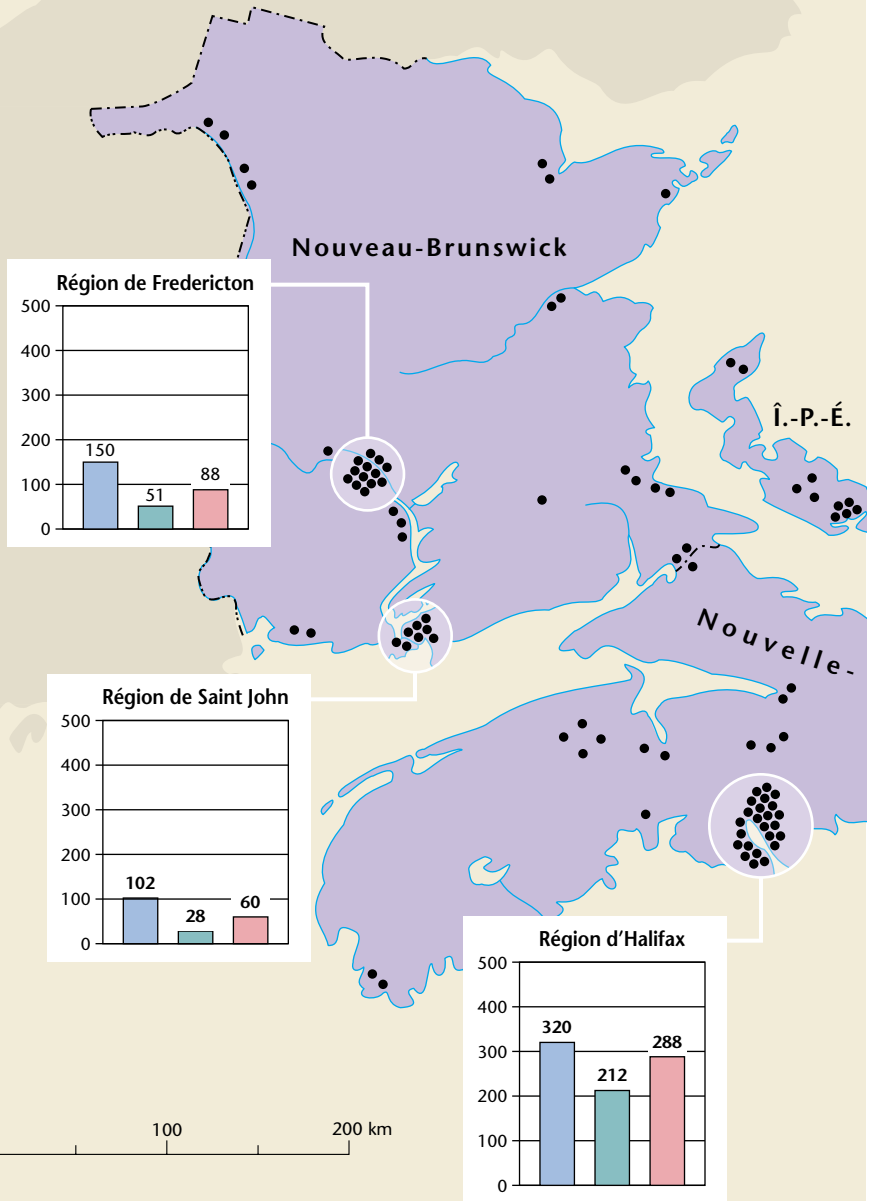
48. Cette étude fait le point à l'échelon du pays sur cet aspect majeur : « Canadian Human Resources Study in Biotechnology – Building Long-term Capability Now », Ottawa, ministère des Ressources humaines, juillet 1996.

En effet, compte tenu de l'importance économique des secteurs touchés par les biotechnologies en région, la question de l'évolution de l'emploi apparaît pertinente. Mais, en l'absence de données détaillées sur la situation à court terme de la part d'instituts publics, de départements spécialisés des différents gouvernements provinciaux ou même d'associations professionnelles comme l'Industrial Biotechnology Association of Canada, les estimations chiffrées des besoins à venir en ressources humaines, sans parler des effets indirects, doivent demeurer prudentes. Nous nous en tiendrons donc aux données disponibles.

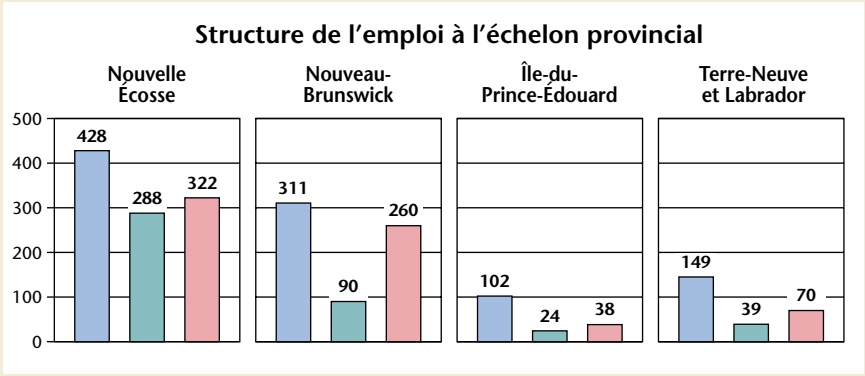
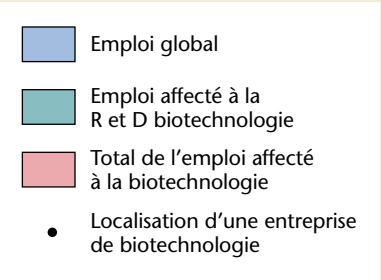
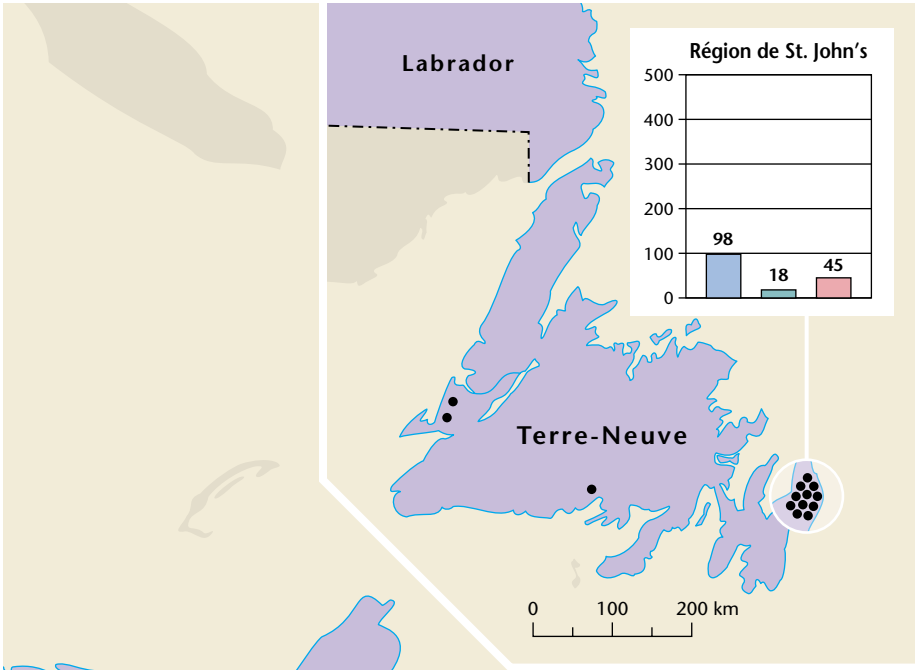
La seule base de données permettant actuellement une évaluation de la structure de l'emploi et de son évolution est celle du *Canadian Biotechnology Directory*, couplée aux renseignements de la base informatique BioCommerce Data et de RADAR 1995 – STRATEGIS 1996. Le recoupement d'informations à partir de ces bases de données permet d'affiner les connaissances sur les niveaux d'emplois globaux et spécialisés (R et D en biotechnologie et emploi global lié aux biotechnologies). Le cumul des renseignements permet l'évaluation suivante : pour l'année 1995, un total d'environ 1 000 personnes œuvrent dans l'univers des biotechnologies industrielles (2^e génération) dans les provinces de l'Atlantique. Sur ce total, 690 personnes ont une activité reliée aux activités technologiques elles-mêmes. La Nouvelle-Écosse rassemble en nombre d'emploi global, en biotechnologie et en R et D biotechnologique, l'effectif le plus important (428, 322 et 288, respectivement) qui se localise principalement dans la zone de Halifax – Dartmouth et Burnside – Armdale. Le Nouveau-Brunswick fournit 311 postes dont 260 sont spécialisés (90 en R et D) ; les principales concentrations se situent à Fredericton et Saint John ; viennent ensuite Terre-Neuve (149, 70 et 39) et, enfin, l'Île-du-Prince-Édouard (102, 38 et 24) (carte 2). De 1992 à 1995, on constate néanmoins un accroissement de l'emploi dans ces activités technologiques, même s'il demeure modeste dans son ensemble (environ 140 emplois gagnés pour les quatre provinces de l'Atlantique) (carte 3).

Carte 2

Estimation et structure de l'emploi dans les entreprises de biotechnologie industrielle (2^e génération), provinces de l'Atlantique, 1995-1996

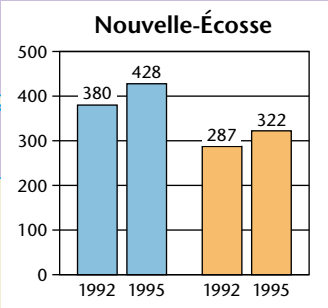
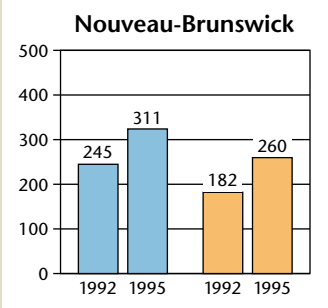


Source: Ibid.



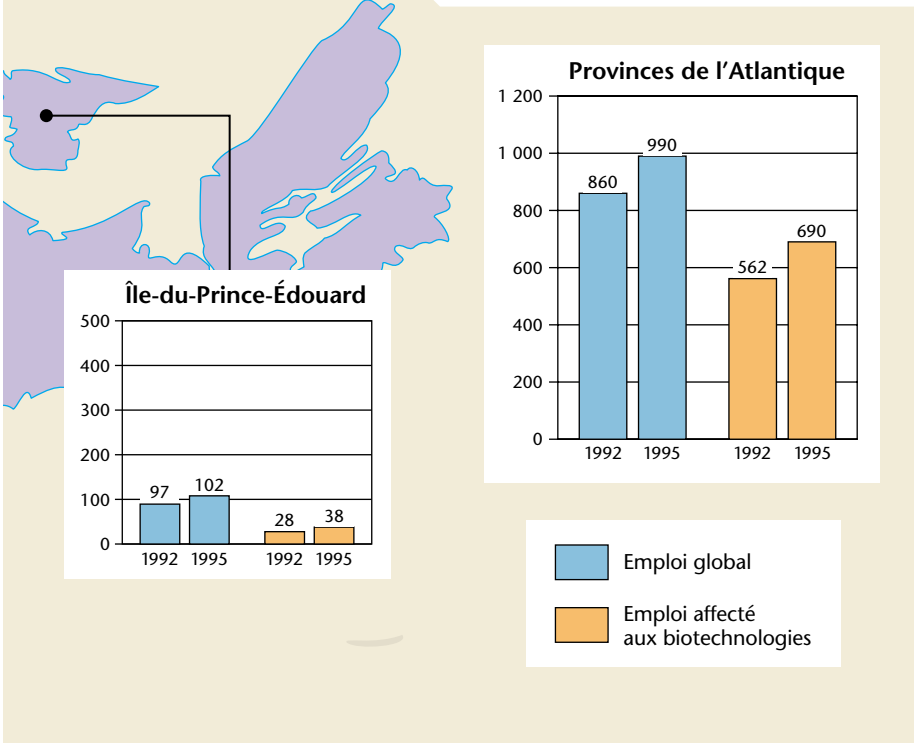
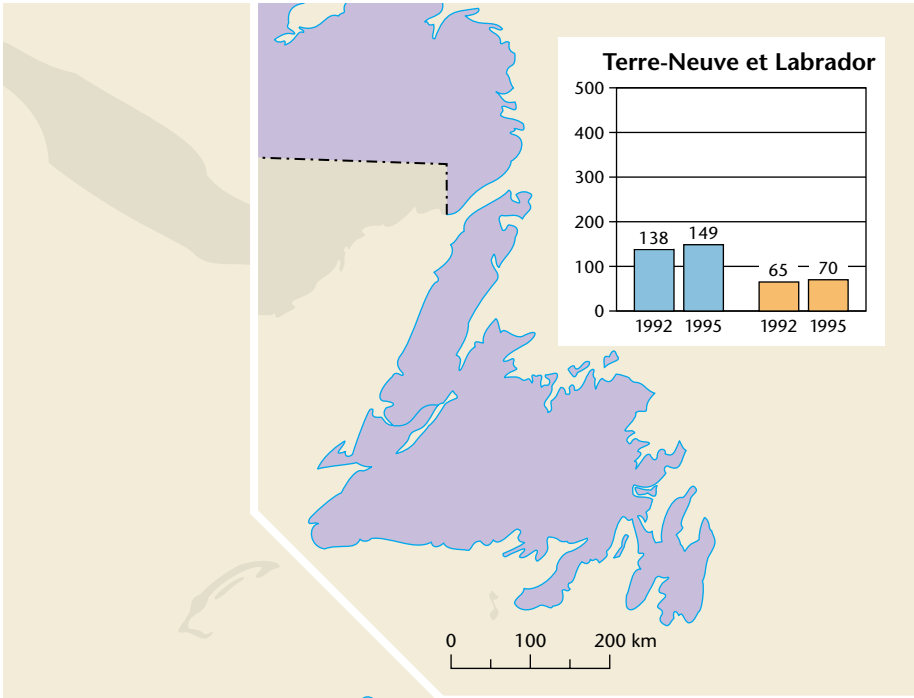
Carte 3

Estimation de l'évolution de l'emploi dans les entreprises de biotechnologie industrielle (2^e génération), provinces de l'Atlantique, 1992 et 1995



0 100 200 km

Source: Ibid.



Ces évaluations demeurent cependant muettes lorsqu'il s'agit de mieux appréhender les profils de qualification au sein des principaux secteurs intéressés par l'insertion de ces technologies (p. ex., les problèmes d'adaptation, la formation interne, les effets induits de reconversion – voire de suppression d'emplois). Autant d'éléments difficiles à recouper et qui, pourtant, paraissent tout à fait essentiels à la dynamique générée par ces technologies. On relèvera une double difficulté de prise en compte de la question, étant donné une diversité quantitative et qualitative des situations rencontrées. En effet, dans certains cas, le secteur entrepreneurial cherche à recourir aux compétences de personnes-ressources immédiatement opérationnelles, notamment sur le double versant *recherche* et *fabrication*, pour des motifs de coûts. Il est donc difficile de procéder à une évaluation précise de certains effets sur l'emploi.

On avait précédemment mentionné que l'intégration des recherches fondamentales biotechnologiques à la fabrication s'accompagne souvent d'une restructuration des unités industrielles. On peut même dire que ces transformations génèrent des créations ou des modifications d'emplois liées directement à l'introduction des biotechnologies au sein de certaines entreprises. On soulignera, en conséquence :

- ▶ que le développement progressif des procédés biotechnologiques de 2^e génération est susceptible de s'accompagner dans les entreprises utilisatrices, à l'instar de ce qui se produit ailleurs, d'une création d'emplois mais aussi, parallèlement, d'une reconversion et d'une suppression de postes basés sur la maîtrise de techniques plus traditionnelles (élément que l'on retrouve souvent lorsqu'on étudie le couple *nouvelles technologies* et *développement de l'emploi*) ;
- ▶ que le développement de ces technologies en région est associé à l'automatisation des processus de production : il s'agit ici du couplage progressif des biotechnologies avec celles des technologies de l'information. Or, cette liaison fait directement référence aux problèmes généraux qui se posent un peu partout avec l'automatisation des processus industriels et ses effets sur l'emploi (thème qui dépasse de très loin notre problématique).

Ainsi, lorsqu'on parle du développement des biotechnologies dans les provinces de l'Atlantique, il s'agit en définitive de l'insertion de ces technologies dans les technologies industrielles régionales ; or, cet élément, flou en apparence, paraît essentiel pour la compréhension de la problématique de la main-d'œuvre. En effet, la mise en

place des processus biotechnologiques n'apparaît que comme l'un des multiples éléments dans un processus complet ; il faut également tenir compte du rôle des technologies industrielles qui se produit au même moment (l'informatique industrielle). De fait, l'automatisation en biotechnologie s'avère nécessaire, par exemple, à l'industrie de la fermentation en permettant une maîtrise rationnelle de la fabrication (on pense ici aux fabricants de bière en région tel Labatt's New Brunswick Brewery). En dehors même de la recherche d'une meilleure productivité et d'une réduction des coûts que permet l'automatisation, la justification de son utilisation est liée au fait que la gestion des procédés biotechnologiques est souvent délicate, d'où le recours aux diverses technologies de l'information (la bioinformatique avec des logiciels spécialisés, des capteurs, des biosenseurs). Tous ces nouveaux éléments dans la gestion industrielle ont des conséquences évidentes sur la gestion de la main-d'œuvre, tant sur le versant *recherche* (personnel de R et D) que sur celui de la *fabrication*.

De fait, dans le secteur pharmaceutique régional (biomédical surtout), on a mentionné précédemment que ce dernier faisait de plus en plus appel à la génétique industrielle. Or, cet aspect a des répercussions diverses sur la main-d'œuvre selon qu'il s'agit du versant de la *recherche* ou de celui de la *fabrication*. Dans le domaine de la *recherche*, vitale pour ce secteur, la plupart des emplois créés ces dernières années ont tourné et tournent encore autour de la recherche de profils de qualification au sein des disciplines telles que la microbiologie, la génétique, l'enzymologie, l'immunologie et la biochimie. Il faut ajouter que ces recrutements ont eu lieu en grande partie lors de l'accroissement du secteur entrepreneurial, c'est-à-dire vers la fin des années 1980, un mouvement qui a essentiellement touché la Nouvelle-Écosse d'ailleurs⁴⁹. De plus, on constate avec intérêt que, dans la très grande majorité des cas, les recrutements ont été ponctuels. Ils se produisent surtout lors de la création d'un laboratoire de recherche interne ou d'une nouvelle équipe : les deux cas se retrouvent à Dartmouth – Halifax – Burnside et Fredericton – Saint John. Mais, au demeurant, on retient que ces recrutements ne sont pas appelés à se poursuivre indéfiniment.

Concernant le versant *fabrication*, il n'y a pas encore à l'heure actuelle de transformations suffisamment claires pour être facilement

49. Il faut voir les éditions successives du *Canadian Biotechnology Directory* au registre des établissements publics (1992-1996) et également les données RADAR (période 1990 à 1995), STRATEGIS, 1996, BioCommerce Data et Infobiotech (Ottawa).

observables. Ici, les processus de remplacement d'une technique à une autre, du fait des biotechnologies, ne sont pas identifiables avec précision. Dans la plupart des cas (essentiellement dans la périphérie de Halifax), on relève un ajout de laboratoires pour les pilotes industriels ainsi que de nouvelles fabrications avec des moyens nouveaux. Pour autant, on n'a pas encore procédé au remplacement complet des procédés chimiques par des procédés biotechnologiques. Ainsi, sur le plan de la main-d'œuvre, les entreprises font appel à des profils de type ingénieurs de fabrication et travaillent en étroite collaboration avec les chercheurs pour maîtriser les biotechnologies dans leurs unités de production. D'un point de vue général, on peut penser qu'il ne devrait pas y avoir une augmentation significative de l'emploi dans le versant *fabrication* et, à terme, on peut facilement envisager qu'il y aura peut-être même une diminution de l'emploi, car seuls quelques ingénieurs et techniciens auront la maîtrise du versant *fabrication*. En réalité, dans ce secteur comme dans d'autres, la création d'emplois sera liée à la création d'entreprises et donc, beaucoup moins aux unités en place.

Parmi les entreprises du secteur agroalimentaire, la dynamique est différente. D'une part, il faut mentionner que les unités industrielles, ayant résolument pris une orientation vers les biotechnologies, ont largement subi l'influence des méthodes industrielles en vigueur en Ontario, au Québec et même en Nouvelle-Angleterre. D'autre part, il s'agit aussi d'industries où les méthodes supposent une importante modernisation qui, du reste, est actuellement à l'œuvre depuis ces dernières années en région (on constate que l'amélioration de la productivité dans les entreprises du secteur s'est traduite le plus souvent par un abandon total des anciens outils industriels). Cette problématique donne l'occasion de percevoir les effets de l'introduction des biotechnologies relativement aux ressources humaines. Ainsi, du fait de la plus grande faiblesse au niveau de l'insertion des biotechnologies dans le secteur agroalimentaire dans les provinces de l'Atlantique, les entreprises préfèrent souvent travailler en collaboration avec des organismes de recherche externes, faisant ainsi sous-traiter certains problèmes techniques qu'elles ne peuvent maîtriser ni scientifiquement ni financièrement. C'est le cas, entre autres, du Food Technology Centre à Charlottetown, du Canadian Centre for Fisheries Innovation à St. John's et de l'Institut de Biotechnologie de l'Atlantique à Halifax qui répondent à cette demande.

En définitive, l'impact des biotechnologies sur les ressources humaines dans l'agroalimentaire régional concerne beaucoup plus le domaine de la fabrication, mais là comme ailleurs, il est lié à l'automatisation. Il s'ensuit une transformation dans l'organisation de la production. Des cas se produisent actuellement dans l'industrie de la transformation des produits marins, la conserverie et la production de produits fermentés (lait et boissons). On relève surtout au sein du versant *fabrication* un remplacement graduel des processus industriels en biotechnologie aux pratiques traditionnelles. Paradoxalement, cela simplifie (dans la mesure où il y a une forte diminution des interventions humaines), un peu partout dans les provinces de l'Atlantique, un certain nombre de processus industriels. Ces facteurs encouragent une transformation qualitative des postes dans ce secteur. Or, dans ces industries régionales, les ingénieurs de fabrication disposent plutôt d'une formation aux technologies agroalimentaires classiques plutôt qu'à la biotechnologie. Autrement dit, les profils de postes en fabrication deviennent proches des profils recherchés dans le domaine de la maintenance industrielle (que l'on retrouve couramment dans les industries de haute technologie). On est donc dans un univers qui, lui aussi, va faire appel à des ressources humaines de plus en plus qualifiées et même très qualifiées, ce qui n'était peut-être pas systématiquement le cas auparavant.

L'insertion des biotechnologies dans le secteur agroalimentaire induit de nouvelles approches dans la gestion des ressources humaines. Elle exige de la part des entreprises concernées (surtout au Nouveau-Brunswick, du fait de la présence de méthodes plus traditionnelles) la mise en œuvre d'une nouvelle organisation de travail. En effet, là encore, ce changement ne touche pas uniquement le personnel de recherche, mais aussi le personnel de fabrication, notamment à l'échelon de l'encadrement. Ce besoin est identifié, même si les qualifications liées au développement des biotechnologies sont encore mal cernées dans les provinces de l'Atlantique. De fait, les entreprises qui se sont engagées véritablement vers ces nouvelles technologies ont recours à du personnel qualifié, mieux adapté à l'application des biotechnologies en *fabrication* et possèdent donc un avantage réel qui peut faire la différence sur le long terme.

Dans le secteur de la chimie industrielle (hors pharmacie et dérivés), les résultats semblent plus nets. Pour la chimie inorganique (produits de synthèse), à part le recrutement de quelques ingénieurs, les entreprises n'ont pas encore recours à du personnel possédant des compétences en biotechnologie tant pour la *recherche* que pour la

fabrication. Ces éléments apparaissent cohérents puisque ce milieu industriel ne fait pas appel aux produits issus de la biologie industrielle, même si l'on sait que ce secteur connaîtra des mutations liées à ces technologies. En chimie organique, il en va autrement. Cela a donné lieu à une recherche de profils de qualification pour des chercheurs et des ingénieurs de fabrication. Étant donné l'accroissement du champ industriel et commercial des produits issus de la chimie organique, l'appel à des compétences en biotechnologie – *recherche et fabrication* – restera en vigueur à court et moyen termes.

Ces éléments indiquent que l'exigence d'un haut niveau de qualification est une caractéristique dominante des besoins de main-d'œuvre en biotechnologie dans les provinces de l'Atlantique. Jusqu'à présent, le secteur industriel, le milieu universitaire et les pouvoirs publics ne sont pas réellement parvenus à répondre à cette demande, y compris en Nouvelle-Écosse, une province où la situation paraissait meilleure. En effet, il semble qu'il n'y ait pas adéquation entre l'offre et la demande. Cela peut sembler assez surprenant, étant donné la présence de plusieurs instituts ou centres universitaires développant des expertises en biotechnologie dans les quatre entités provinciales (p. ex., l'offre de formation de la University of New Brunswick, de la Technical University of Nova Scotia, d'Acadia University, de la University of Prince Edward Island, de Memorial University, de Saint Mary's University, de Dalhousie University et, enfin, du Nova Scotia Agricultural College). Les offres d'emplois font référence à du personnel confirmé dans telle ou telle spécialité et ayant une expérience réelle dans l'industrie. Ainsi, nombreuses sont les entreprises qui déclarent avoir recours à une main-d'œuvre étrangère, car elles ne trouvent pas de ressources humaines au profil requis sur le marché de l'emploi dans l'espace régional. De plus, les industriels, même engagés dans le développement de ces technologies, ont parfois de la difficulté à élaborer une stratégie de recrutement, si ce n'est par une dynamique de reconversion interne ou de recherche de profils au sein même des établissements existants.

À court terme donc, il existe surtout une petite demande régionale en chercheurs et ingénieurs. En terme de premier emploi, peu de perspectives semblent ouvertes, à l'exception des possibilités offertes par le biais de la création d'entreprises (un aspect déjà abordé). Mais surtout, au regard des développements récents des biotechnologies en milieu industriel dans les provinces de l'Atlantique, tous s'accordent pour dire que se pose le problème de la création d'un champ

professionnel totalement nouveau dont l'enjeu par rapport à la contribution au développement entrepreneurial est devenu stratégique.

Il est clair que l'exigence d'un haut niveau de qualification est une caractéristique dominante des besoins en main-d'œuvre en biotechnologie régionale. On peut dire que l'amélioration de la formation et le recyclage de la main-d'œuvre pourraient développer, à court terme, de véritables tendances de qualification, non seulement dans les entreprises de biotechnologie spécialisées, mais aussi dans les secteurs utilisant leurs produits.

Au-delà de la problématique de l'ajustement des ressources humaines déjà présentes, les biotechnologies conduisent à un réexamen complet des profils de qualification. Se pose ici le problème de la constitution d'un champ professionnel nouveau, qui impose une orientation fondamentale vers ces technologies au sein des établissements de formation régionaux. L'enjeu est loin d'être faible, car il conditionne aussi l'avenir de nombreuses entreprises. De fait, le double effort mis sur l'information concernant les potentiels professionnels qu'offrent ces technologies et sur celui touchant la formation de base et supérieure s'impose, d'autant plus que les cadres institutionnels existent déjà dans les quatre provinces de l'Atlantique. En définitive, tout est une affaire de volonté de la part de l'ensemble des partenaires.

Les accompagnateurs institutionnels

Si le développement industriel régional généré par l'insertion graduelle des biotechnologies au sein de secteurs aussi variés que les pâtes et papiers, le biomédical, les dérivés marins et aquacoles, l'agro-alimentaire ou même le secteur minier, est imputable aux nécessités industrielles et technologiques du moment, il appert que ce développement n'a pas vécu en marge de l'intervention de deux vecteurs institutionnels : le rôle des agences techniques et de promotion publiques et semi-publiques (fonds conjoints du secteur privé), d'une part, et le rôle de la protection des droits industriels et de la réglementation sur les produits modifiés (génétiquement), d'autre part. Le secteur entrepreneurial attire chaque fois l'attention sur ces éléments dont les effets apparaissent désormais patents, même si leur intervention reste bien entendu différenciée.

■ **Les agences de promotion économique et d'assistance technique**

Concernant les agences de promotion, d'une part, et de développement technique, d'autre part, leur rôle est toujours resté complémentaire dans la mesure où leur vocation initiale était différente. La tendance remarquée est cependant celle d'une plus grande intégration de leurs propres relations. Il semble que la pérennité et la crédibilité des projets industriels susceptibles d'être aidés par ces dernières en ont été grandement améliorées.

En premier lieu, il faut constater qu'avec ses différentes facettes (aide à la création entrepreneuriale, aide à la réalisation de projets industriels pilotes, etc.), l'aide publique apportée par l'APECA est jugée significative surtout dans les années récentes sur certaines activités ciblées. Mais, à l'instar d'autres agences de développement (difficulté de repérer les enjeux industriels, complexité des produits éventuellement développés, incertitude quant à la rentabilité des productions), sa participation directe au développement d'un système

productif structuré en biotechnologie reste encore à démontrer. Néanmoins, son rôle de soutien est à remarquer dans les activités suivantes :

- procédés et produits pour les dérivés aquacoles et marins (chimie, pharmacie, agroalimentaire) ;
- sélection animale et végétale ;
- valorisation des produits marins en bout de filière (filière alimentaire) ;
- procédés et produits en chimie fine et pharmacie (biomédical) ;
- dérivés horticoles (produits pour la protection végétale) ;
- procédés pour le traitement industriel et urbain.

Sur le total des sociétés spécialisées et inventoriées dans les provinces de l'Atlantique, on note à l'hiver de 1995-1996, la répartition suivante quant au financement accordé par l'APECA :

- ▶ Environ une dizaine de financements pour des projets qui oscillent tous entre 1 et 2,2 millions de dollars. Ces financements touchent uniquement les plus grosses entités spécialisées en biotechnologie et dont les relations commerciales et industrielles sont très développées. Il s'agit de consolider et de moderniser les infrastructures dans une vision à long terme (p. ex., mise en place d'une unité de production complète). Ils touchent les gros fabricants (filières de l'agroalimentaire et de la production pharmaceutique).
- ▶ Viennent ensuite une quinzaine de financements pour des projets variant de 100 000 dollars à 1 million de dollars. Ces financements touchent en grande partie des nouveaux projets industriels liés à un renforcement de l'équipement de base (p. ex., pour les laboratoires industriels) et sont orientés vers la pharmacie, le biomédical et la chimie fine.
- ▶ Enfin, il faut noter une quinzaine de petits financements de l'ordre de moins de 100 000 dollars qui touchent des expériences pilotes.

En Nouvelle-Écosse, son rôle est surtout centré sur le secteur de la chimie fine et du biomédical. À l'Île-du-Prince-Édouard, les secteurs des dérivés aquacoles, horticoles et chimie fine reçoivent de l'aide. À Terre-Neuve, l'APECA a surtout joué un rôle important pour le financement du centre de transfert de technologie, Seabright Corporation –

Memorial University, une opération ambitieuse (p. ex., par l'entremise des entités Terra Nova Biotech Ltd., Bio-ID Corp. Ltd. et PA Pure Additions Inc.). Au Nouveau-Brunswick, l'intervention de l'agence a porté en grande partie sur un soutien renouvelé au secteur du traitement des rejets industriels et urbains. Il faut cependant savoir qu'un certain nombre de dossiers ont connu des réaménagements successifs (va-et-vient important) surtout durant la période 1986-1992. Il est clair que le soutien de l'APECA aux biotechnologies est beaucoup plus identifiable dans les années récentes. Des explications multiples peuvent être fournies :

- ▶ des difficultés de gestion sont apparues dans la mise au point de projets technologiques en biotechnologie pour de jeunes entreprises, et cela, malgré des encouragements de l'institution ;
- ▶ l'agence a éprouvé quelques difficultés à évaluer la crédibilité, la pertinence et la lisibilité des projets déposés (champs industriel et technique jugés complexes) et cela durant une période assez longue : phase de prise en compte et de compréhension d'un secteur émergent.

L'année 1992 marque un tournant, puisqu'on note un net renforcement de l'agence quant à ces activités industrielles, notamment dans les secteurs précités. De manière officielle, l'APECA se veut une partenaire de plus en plus incontournable en matière de promotion des biotechnologies, notamment par l'entremise des ressources provinciales du secteur biomédical, de la valorisation marine et horticole. Pour autant, face à la complexité croissante des enjeux industriels suscités par l'insertion de ces technologies, l'APECA, à l'instar de ses entités sœurs (Diversification de l'Ouest, Bureau fédéral de développement régional – Québec) est confrontée à un dilemme⁵⁰. Étant donné que les biotechnologies sont des technologies à la fois transverses (procédés industriels identiques pour des secteurs différents) et génériques (disciplines très proches pour des interventions à des stades industriels différents), plusieurs questions fondamentales se posent. L'agence doit-elle participer à la constitution de filières stratégiques orientées sur quelques activités d'excellence susceptibles de renforcer certains pôles déjà dominants ? Doit-elle opter pour une stratégie basée notamment sur une approche *nouveaux procédés pour*

50. Cf. la bibliographie pour les études de ces agences concernant l'essor des biotechnologies dans leurs espaces respectifs ; et « Agricultural Biotechnology in Saskatchewan: Cultivating a Field of Dreams », Hon. Dwain M. Lingenfelter, sous-ministre, ministère du Développement économique, Gouvernement de la Saskatchewan, *Canadian Biotechnology Directory*, Georgetown, Contact International, 1996.

nouveaux produits ou bien doit-elle encourager l'insertion de ces nouvelles technologies dans une approche de modernisation selon une stratégie *nouveaux procédés pour industries traditionnelles* ?

Cette problématique complexe renvoie à celle de l'élaboration d'une politique à caractère industriel. Or, les aléas scientifiques issus des technologies du vivant, couplés avec ceux liés à la gestion des brevets, le tout accompagné d'une réglementation parfois inadaptée, rend les marges de manœuvre particulièrement étroites. Dans une démarche que l'on peut qualifier aujourd'hui de prudente, l'agence ne semble pas opter clairement pour l'une ou l'autre des voies. Elle a, tour à tour, encouragé depuis quatre ans des activités stratégiques en Nouvelle-Écosse, à Terre-Neuve, au Nouveau-Brunswick et à l'Île-du-Prince-Édouard. Si l'on s'en tient exclusivement aux engagements financiers, la Nouvelle-Écosse semble favorisée, du fait sans doute d'une assise entrepreneuriale en biotechnologie historiquement et industriellement plus importante. Pour autant, cela ne présage en rien des dynamiques à l'œuvre et des occasions de soutiens industriels dans les autres espaces.

On retient qu'en définitive, il reste difficile pour une agence telle que l'APECA de soutenir des activités industrielles issues de la *nouvelle économie* comme les biotechnologies. Cet aspect, qui n'est pas exclusif à l'agence, est le signe de la complexité croissante des systèmes industriels qui se mettent en place graduellement dans les provinces de l'Atlantique, suivant en cela un mouvement qui touche le Canada dans son ensemble. C'est d'ailleurs pour cette raison que l'on a tendance à voir plus facilement l'aide apportée à des projets identifiés ou retenus par les agences provinciales d'assistance technique. Il est clair que, dans ce contexte, le rôle de ces agences s'est renforcé graduellement, notamment en biotechnologie⁵¹.

En premier lieu, il faut mentionner la Nova Scotia Research Foundation Corp. (NSRFC – Dartmouth) dont les ressources budgétaires proviennent à la fois du secteur privé, de la province et du gouvernement fédéral. Cette institution joue toujours un rôle décisif pour des projets d'assistance technique en biotechnologie depuis de nombreuses années. Forte d'un réseau coopératif de plusieurs dizaines d'entreprises dans des domaines divers, sa contribution en biotechnologie va de la création de prototypes industriels à l'ingénierie en biologie moléculaire, en génétique et en instrumentation, pour

51. Ces aspects apparaissent nettement dans les rapports annuels du Conseil de recherche et de productivité du Nouveau-Brunswick (1992-1993) et (1994-1995) ainsi que dans celui de la Nova Scotia Research Foundation Corporation (1994-1995), p. 6.

les secteurs de la chimie fine et du biomédical. Elle dispose d'importants accords avec la société Silvagen et Jellet Biotek Ltd. en Nouvelle-Écosse et avec la British Columbia Research Inc. Des liens existent aussi avec le New Jersey (Rutgers University) ainsi qu'avec l'Université de Berlin (Allemagne) dans les domaines de la cryoconservation. La NSRFC ayant été de plus en plus sollicitée, notamment sur le registre de l'ingénierie dans les activités horticoles et aquacoles, en foresterie, et dans les procédés pour les pâtes et papiers, elle a opté pour une approche intégrée en créant une entité spécifique appelée la Nova Scotia RFC Biotechnology. De par sa nature, son intervention se veut résolument orientée vers le soutien aux procédés industriels dans une perspective de création entrepreneuriale. Son rôle jugé important est désormais largement reconnu. Grâce à des activités pilotes en R et D, sa contribution à la création de l'Institut de biotechnologie de l'Atlantique (1985) en collaboration avec Dalhousie University, le département d'Expansion industrielle régionale (Gouvernement de la Nouvelle-Écosse) ainsi que le Nova Scotia Agricultural College a été décisive pour la préparation de l'outil industriel régional de demain.

En second lieu, le Conseil de recherche et de productivité du Nouveau-Brunswick (CRPNB, siège à Fredericton), au statut mixte (ressources émanant de l'APECA, des gouvernements provincial et fédéral, du secteur privé, ainsi que de subventions diverses), a un rôle très proche de celui de la NSRFC précédente, mais son activité, bien que moins élaborée en terme qualitatif, est jugée active depuis ces dernières années. Cette institution a centré sa vocation sur l'aide technique au secteur aquacole et des dérivés marins (coopération avec le Huntsman Marine Science Centre, le laboratoire de Pêches et Océans de St. Andrews et l'Atlantic Salmon Federation), ainsi qu'aux secteurs de l'agroalimentaire et du traitement industriel. Ses relations dans ce domaine technologique se font avec un peu plus d'une dizaine d'entreprises de la province et d'ailleurs (Aqua Health Ltd. à l'Île-du-Prince-Édouard), de centres de formation (University of New Brunswick, Université de Moncton, Atlantic Veterinary College), ainsi qu'avec l'Agence canadienne de développement international (ACDI). Son rôle est jugé significatif au sein des projets pilotes dans le domaine de la microbiologie, par exemple, mais globalement insuffisant du fait d'un réseau industriel en biotechnologie encore en cours de construction au Nouveau-Brunswick. D'une manière générale, le CRPNB, à l'instar de la NSRFC, est devenu à bien des égards l'une des plaques tournantes sur laquelle des projets provinciaux en biotechnologie trouvent désormais leur appui.

■ L'impact réglementaire et la propriété industrielle

L'importance du rôle de la protection de la propriété industrielle et de l'environnement réglementaire dans les rouages complexes du développement économique, déjà abordé plus haut, est parfois éludée lorsqu'on s'interroge sur les potentiels régionaux, notamment lorsqu'il s'agit de technologies diffusantes comme les biotechnologies. Cet aspect est d'autant plus troublant que de nombreuses sociétés d'expertise ou de consultants mettent l'accent depuis plus de vingt ans déjà sur la nécessité d'une bonne protection juridique de l'innovation par les acteurs industriels qui exécutent les résultats de la R et D, d'une part, et sur la nécessité d'une réglementation adéquate, propre à permettre un épanouissement de ces nouvelles réalités industrielles, d'autre part. De même, cet aspect touche les acteurs publics qui prennent en charge les éléments accompagnateurs du développement industriel (centres de transfert technologique, centres de formation)⁵² où les relations industrielles n'ont pas la même densité que dans les régions torontoises ou montréalaises. L'accès à des vecteurs institutionnels élaborés peut également faire défaut, comme c'est encore parfois le cas dans les provinces de l'Atlantique, du fait d'un simple manque de masse critique en matière de recherche et développement. Mais cette problématique touche essentiellement les entreprises qui se retrouvent au centre d'un double défi : maîtriser la réglementation industrielle en vigueur en ce qui a trait à plusieurs aspects (risques biotechnologiques, législation sur les conditions de travail, sur le transport et la diffusion de produits, etc.) et réussir à développer un cadre commercial à partir de stratégies de R et D dans chaque province (gestion et dépôt de brevets industriels). En effet, plus l'on conserve ou encourage en région des entreprises titulaires de brevets (ou susceptibles d'en déposer) plus on enracine techniquement et économiquement des pôles de compétences régionaux, qui deviennent à long terme des donneurs d'ordres industriels. Cet élément apparaît comme tout à fait central dans la *nouvelle économie* où la maîtrise des savoirs et des savoir-faire (p. ex., se tenir au courant en permanence des brevets internationaux) conditionne bien des aspects du développement régional.

52. Les références sont nombreuses, notamment OCDE, *L'innovation dans les petites et moyennes entreprises : rapports analytiques*, Paris, OCDE, 308 p. Néanmoins on peut consulter les bulletins du consultant KPMG, *Bulletin sur la biotechnologie*, printemps 1996 et automne/hiver 1995 qui attirent l'attention sur cet aspect.

• **Concernant l'impact de l'environnement réglementaire**

En biotechnologie, plus qu'ailleurs sans doute, ainsi que le laisse entendre le Comité consultatif national de la biotechnologie⁵³, la satisfaction des exigences réglementaires constitue un facteur central ayant des répercussions immédiates sur les délais et les coûts de commercialisation des produits et donc des unités de production en région. Ce sujet est, du reste, en cours de profondes discussions dans le cadre de l'harmonisation suscitée par l'ALÉNA (Accord de libre-échange nord-américain). De fait, pour permettre une parfaite diffusion des produits biotechnologiques, il faut une réglementation qui crée une grande confiance auprès de la clientèle, qu'elle soit industrielle ou individuelle. C'est un problème global de planification commerciale et industrielle qui dépend de cette réglementation. Parallèlement, celle-ci doit rester souple pour intégrer les évolutions techniques et répondre aux normes en matière de sécurité et de sûreté (p. ex., des personnes)⁵⁴. Au Canada, l'administration de ces exigences en matière de réglementation relève, d'une part, d'Agriculture et Agro-alimentaire Canada, de Santé Canada et d'Environnement Canada. Ces ministères sont les seuls habilités à réglementer les produits technologiques selon leurs normes. Actuellement, devant la masse de demandes d'habilitations et d'homologations industrielles en biotechnologie venant du Québec, de l'Ontario, de la Colombie-Britannique et faiblement des provinces de l'Atlantique⁵⁵, ces ministères tentent d'établir des grilles d'exigences réglementaires qui doivent prendre en compte des protocoles d'essais et l'évaluation accélérée des nouveaux produits et procédés. En effet, il faut savoir qu'en plus de la législation fédérale⁵⁶, il existe toute une série de textes provinciaux qui régissent directement et indirectement la pratique des

53. Industrie, Sciences et Technologie Canada, *Plan d'action national sur la biotechnologie, Assurer un avantage concurrentiel au Canada*, Comité consultatif national de la biotechnologie, Cinquième Rapport, 1991 et Industrie, Sciences et Technologie Canada, « Technologies stratégiques : un aperçu », 1 vol., Ottawa, 1989.

54. Bureau de biosécurité, Laboratoire de lutte contre la maladie (Santé Canada) et Centre de collaboration de l'Organisation mondiale de la santé, *Lignes de conduite pour la production à grande échelle de micro-organismes, Supplément aux lignes directrices en matière de biosécurité en laboratoire*, Ottawa, Santé Canada, 1993.

55. Données du Canadian Intellectual Property Office (Hull, Québec) ; lire également « Biotechnologies : Prolifération des demandes de brevets », *Les Affaires*, cahier spécial, C-14, vol. 18, n° 4 (27 janvier 1996).

56. Pour mémoire, on notera les principales dispositions en vigueur qui régissent à l'échelon fédéral la gestion des biotechnologies et de ses produits (Source : Biotech – Guide de l'utilisateur, Industrie Canada, 1991) : Code canadien du travail (Travail Canada), Règlement sur l'hygiène et la sécurité au travail. *Loi sur le ministère de la Santé nationale et du Bien-être social* (Santé Canada), Règlement sur l'importation de pathogènes humains. *Loi sur les aliments et drogues* (Santé Canada). *Loi sur les produits dangereux* (Travail Canada et Santé

biotechnologies en milieu industriel. La multiplicité des textes, la poursuite de l'harmonisation législative dans le cadre des protocoles internationaux et le report de décision concernant la politique à suivre en matière de brevet, conduisent les autorités à procéder au cas par cas et entraînent des attentes inévitables.

De nombreuses firmes indiquent que ce processus reste long et coûteux : les protocoles et les exigences réglementaires retardent largement la commercialisation et augmentent de manière considérable les coûts de production (mise en attente des personnels, etc.). D'une manière globale, les secteurs pharmaceutiques et agroalimentaires sont les premiers touchés et des cas de difficultés financières ont été relevés à la suite de ces réglementations au Québec et en Ontario ainsi qu'en Nouvelle-Écosse. Actuellement, devant la complexité et la masse des produits proposés par les entreprises canadiennes, les services officiels ont opté pour une approche réglementaire liée aux risques induits et renouvelée annuellement. On notera que plusieurs entreprises de biotechnologie dans les provinces de l'Atlantique, qui ne sont pas utilisatrices de licences canadiennes ou étrangères, mais créatrices de procédés, se heurtent à ces mécanismes de contrôle qui sont depuis peu en cours d'harmonisation aux différents échelons provinciaux et fédéraux. Ce fait est particulièrement ressenti en Nouvelle-Écosse, notamment pour les produits issus de la génétique.

- ***Concernant la maîtrise de la propriété industrielle (les brevets et leur gestion) : bref état des lieux et impact de la législation***

Cette problématique, anodine en apparence, renvoie pourtant à un thème majeur. Il s'agit du maintien d'un savoir-faire à l'interne dans plusieurs filières. Cette situation ne présenterait pas a priori de caractère préjudiciable, si elle n'affectait que faiblement l'avenir des industries des ressources (modernisation des procédés) des régions de l'Atlantique. Or, le domaine des biotechnologies est sans doute l'un de ceux qui ne tolère aucun relâchement dans la recherche des protections industrielles (dépôt, protection et suivi des brevets). Cet

Canada), Règlement sur les produits contrôlés (Système d'information sur les matières dangereuses utilisées au travail). *Loi et règlement sur le transport des marchandises dangereuses* (Transport Canada). *Loi canadienne sur la protection de l'environnement* (Environnement Canada et Santé Canada), Règlement sur le préavis à donner relativement aux nouvelles substances pour les produits de la biotechnologie. *Loi relative aux semences, aux produits antiparasitaires, aux aliments du bétail, sur la quarantaine des plantes, sur les engrais, sur la maladie et la protection des animaux*, (Agriculture et Agro-alimentaire Canada). *Loi sur les licences d'exportation et d'importation* (Affaires étrangères et Commerce international).

aspect insuffisamment souligné a pourtant conditionné le développement durable de certaines activités dans des régions d'autres pays, touchées par des problématiques similaires : la plupart du temps, l'encouragement et la facilitation des démarches en matière de brevet ont assuré, dans une perspective à long terme, des développements locaux significatifs, notamment en Allemagne, en Australie, en Nouvelle-Zélande, en Corée du Sud, au Japon et aux États-Unis. Généralement, c'est la prise en compte de ces éléments, à laquelle s'ajoutent le coût lié au dépôt de brevet et la durée de la protection assurée par ce dernier, qui détermine la stratégie et l'attitude générale des entreprises des provinces de l'Atlantique par rapport à la propriété industrielle. Cet aspect apparaît comme un enjeu de fond dans la dynamique bio-industrielle régionale qui mériterait une investigation plus importante encore, sachant qu'elle conditionne à bien des égards le développement virtuel de plusieurs secteurs bien implantés, notamment en ce qui a trait aux activités liées à la diversification des secteurs agroalimentaires et biomédicaux.

La recherche révèle que l'attitude des entreprises régionales de biotechnologie par rapport à la propriété industrielle varie essentiellement en fonction de leur profil sectoriel. Certaines optent pour des critères touchant la nature de l'innovation biotechnologique à breveter ; d'autres prennent plutôt en compte les risques commerciaux. Il s'agit ici de différencier les sociétés spécialisées dans la R et D en biotechnologie des autres entreprises. Les premières, pour lesquelles l'essentiel des revenus sont issus de leurs activités de recherche, développent des stratégies de dépôts de brevets afin de pouvoir effectuer des cessions ou accorder des licences. Cela concerne d'ailleurs essentiellement les sociétés spécialisées sur des séquences industrielles en génétique et en microbiologie.

Dans plusieurs cas d'entreprises mentionnées précédemment, outre les revenus issus des droits et des cessions de brevets, la protection de leur innovation assure une crédibilité auprès d'autres industriels et des investisseurs, permettant d'attirer graduellement leurs capitaux : cela apparaît comme un élément totalement incontournable pour la pérennité de ces entreprises. En dehors de ce cas de figure, on note que d'autres sociétés, en étroite collaboration avec des chercheurs d'universités ou d'instituts publics de recherche, ont souhaité déposer systématiquement des brevets sur leur innovation afin d'en faire connaître les résultats. Actuellement dans les provinces de l'Atlantique, ces démarches ne sont que très récentes, mais des partenariats conçus dans cette perspective existent, essentiellement en Nouvelle-

Écosse (Institut de biotechnologie de l'Atlantique au sein de Dalhousie University) ainsi qu'à Terre-Neuve (Memorial University).

Lorsqu'on observe dans leur globalité les types de brevets biotechnologiques en région, on perçoit clairement que ceux-ci sont directement liés à la spécialisation industrielle de la société et du type de produit qu'elle met sur le marché. On mentionnera à titre informatif que lorsqu'il s'agit de produits susceptibles d'être facilement exportés (p. ex., faible volume), les sociétés expédient le plus souvent des produits élaborés dans leurs établissements en gardant simplement la discrétion sur le procédé employé. Dans le cas contraire, elles sont souvent conduites à breveter leur innovation, ce qui leur assure une bonne maîtrise technique et commerciale de leur production au final et sur le long terme ou, dans les cas extrêmes, à accorder des licences aux entreprises étrangères clientes et mieux assises.

Dans les provinces de l'Atlantique, le premier cas de figure se rencontre plus aisément, alors que le second semble être la règle dans d'autres provinces comme en Ontario ou au Québec. L'attitude par rapport à la propriété industrielle connaîtra donc des variations notables. On remarquera également qu'il y a peu de brevets déposés par les sociétés pour les procédés biotechnologiques dans l'espace régional et c'est sans doute dommageable. Certains facteurs incitent des sociétés en région à déposer des brevets (surtout en Nouvelle-Écosse, mais le processus se fait sentir au Nouveau-Brunswick également). Lorsque les recherches visant à développer un produit sont déjà très bien engagées (et pour lequel les études de marché sont concluantes), les entreprises cherchent à déposer un brevet le plus rapidement possible, de manière à éviter qu'un concurrent mal intentionné ne s'empare de l'innovation en la commercialisant sous son nom et à partir de son propre outil industriel.

Par ailleurs, les coûts élevés de la R et D dans chaque province militent en faveur de la prise de brevets, certaines entreprises ne voulant pas risquer de perdre le bénéfice des investissements déjà réalisés. Cette configuration est particulièrement pertinente pour la Nouvelle-Écosse dans le secteur des biotechnologies médicales. Enfin, plusieurs entreprises des provinces de l'Atlantique, pionnières dans certaines technologies innovantes, optent pour le dépôt de brevet puisqu'il leur permet de développer des marchés largement non saturés, tant pour les ventes de licences que pour les produits développés partiellement grâce aux biotechnologies (on pense aux extractions marines à haute valeur ajoutée pour le secteur médical, pharmaceutique, chimique et agroalimentaire).

On ne peut passer sous silence le rôle de l'encadrement juridique des produits issus des biotechnologies et l'évolution de la jurisprudence dans ce domaine, notamment. Les effets ont une influence directe sur le développement industriel. En effet, certains industriels de la région, conscients des possibilités quasi infinies des biotechnologies, souhaitaient déposer régulièrement des brevets pour s'assurer des revenus liés aux cessions de droits. Jusqu'en 1991, au Canada, les méthodes en vigueur au Bureau des brevets interdisaient la brevetabilité des organismes multicellulaires (*Loi canadienne sur les brevets*). De ce fait, il s'avérait très difficile pour un industriel de déposer une demande de brevet canadien pour une innovation liée à un micro-organisme.

Ce processus a joué en défaveur de plusieurs sociétés canadiennes qui ont dû abandonner leur projet de dépôt de brevet ; de fait, des cas sont apparus à l'Île-du-Prince-Édouard et en Nouvelle-Écosse. Depuis, et malgré des retards conséquents, la législation a permis entre-temps une amélioration en proposant des possibilités de brevetabilité sur les organismes unicellulaires (p. ex., *Loi sur la protection des obtentions végétales* de 1990). Mais la modification partielle à la *Loi sur les brevets* (1992) a plongé les industriels et les acteurs de l'innovation dans l'embarras. Cette loi, reportant à 1997 la décision finale en matière de réglementation sur les brevets en biotechnologie, a fait chuter de manière considérable les demandes de brevets au Canada entre 1992 et 1995. Cet aspect a conditionné fortement le bon déroulement de la gestion de l'innovation, et donc au-delà, les perspectives réelles de développement entrepreneurial. Ainsi, les choix récents des gouvernements provinciaux dans les provinces de l'Atlantique relativement à une stratégie d'encouragement biotechnologique sont significatifs à plusieurs points de vue :

► d'une part, la prise de conscience que les retards dans le dépôt de brevets ont été et peuvent encore être largement préjudiciables au développement industriel régional, au moins pour certaines séquences (particulièrement en agroalimentaire et pharmacie). N'oublions pas que l'on estime, depuis 1990, à plus de 2 500, les demandes de brevets en attente en biotechnologie au Canada, avec une moyenne d'autorisation tournant autour de 30 à 40 brevets annuels⁵⁷ ! Il s'agit donc, le cas échéant, d'encourager au dépôt de brevets les activités provinciales en biotechnologie qui

57. Données du Canadian Intellectual Property Office (Hull, Québec) ; lire également « Biotechnologies : Prolifération des demandes de brevets ».

peuvent être sûres à moyen et long termes d'être gagnantes, de façon à maximiser les occasions commerciales dès 1997 ;

► d'autre part, l'encouragement au dépôt de brevet lui-même en dotant les infrastructures de transfert de technologie, de centres d'information les plus complets possibles en la matière, pour éviter les dépendances excessives par rapport aux autres provinces canadiennes et à l'étranger.

Ces aspects apparaissent, en effet, très importants. Étant donné que de nombreux procédés en biotechnologie vont s'imposer pour des raisons de modernisation de l'appareil productif, l'achat ou l'utilisation de brevets dans ce domaine devra s'accroître. C'est peut-être l'occasion pour certaines entreprises spécialisées de la région d'offrir des brevets touchant les procédés dans l'industrie de la transformation agroalimentaire, par exemple.

Dans ce contexte, s'il est difficile d'évaluer avec précision l'impact des dépôts de brevets en biotechnologie dans l'espace régional, pour des raisons diverses (confidentialité, manque de recul suffisant), on peut noter que l'essentiel des brevets déposés le sont du fait d'institutions publiques, parapubliques ou liées à l'essaimage universitaire. On retient qu'à la marge de ce qui se produit au sein de ces institutions, seules quelques entreprises de la Nouvelle-Écosse et du Nouveau-Brunswick ont, depuis quelques années, développé une activité dans le dépôt de brevets, sur les secteurs biomédicaux ainsi que sur les procédés d'extraction aquacoles et marins, pour ne prendre que deux exemples significatifs.

On indiquera aussi que dans ce débat général touchant les brevets en biotechnologie, il apparaît que les provinces de l'Atlantique restent dépendantes de la situation qui prévaut à l'échelle du pays, et ce, pour deux raisons : 1) du fait de la dépendance en biotechnologie à l'égard des États-Unis et du Japon entre autres, qui disposent de nombreuses licences d'exploitation et, 2) du fait de la contrainte d'une réglementation canadienne encore peu familière du moins pour le moment. Au bout du compte, cette dépendance institutionnelle est considérée comme un facteur majeur dont peuvent dépendre des pans entiers de l'activité industrielle. La question est donc devenue épineuse, mais pourtant fondamentale et incontournable pour les provinces de l'Atlantique.

On perçoit nettement que le double impact de la protection industrielle et de la réglementation sur le développement des biotechnologies dans les provinces de l'Atlantique revêt un caractère fondamental. Ce thème renvoie donc à un enjeu fortement lié aux choix en matière de politiques publiques dans ce domaine, notamment⁵⁸.

58. Il faut consulter à ce sujet l'article de Richard Isnor donnant d'intéressantes références sur les provinces de l'Atlantique, « Developing Provincial Environmental Policy for Biotechnology », *Options Politiques*, vol. 14, n° 9 (novembre 1993).

Conclusion

Cette étude tentait de répondre en partie à la question suivante : quels sont les principaux enjeux qui touchent un ensemble d'activités économiques et industrielles à haute valeur ajoutée en émergence dans les provinces de l'Atlantique, soit les biotechnologies industrielles ?

On retiendra que, d'une manière générale, les provinces de l'Atlantique surprennent l'observateur en affichant un total d'un peu plus de 7 % (1996) du poids entrepreneurial industriel et commercial canadien en matière de biotechnologie (les deux générations technologiques confondues). De toute évidence, cet espace régional apparaît non négligeable eu égard à l'effort en recherche et développement réalisé, en ressources industrielles et humaines affectées, en nombre d'unités spécialisées et de fabrication présentes. Il en va de même d'un point de vue commercial comme des relations industrielles : la présence de réseaux de distribution et d'accords de développement ciblés, ainsi que l'importance de certains chiffres d'affaires générés (parfois plus d'un million de dollars pour des unités de taille modeste), sont significatives d'un ensemble d'activités qui ont dépassé le stade de l'émergence industrielle. La principale concentration provinciale reste localisée dans les régions urbaines et périurbaines de Halifax – Dartmouth et Burnside – Armdale en Nouvelle-Écosse et elle s'est élaborée en grande partie à partir d'une histoire industrielle contemporaine significative liée aux sciences de la vie, entretenue par la présence d'établissements de recherche publics hautement spécialisés. Il est clair que les relations contractuelles nouées graduellement et patiemment, d'année en année, tant au sein de la province qu'à l'extérieur, ont formé un tissu industriel qui reste, pour autant, encore en construction. Les autres concentrations sont à trouver dans les régions de Fredericton et de Saint John au Nouveau-Brunswick, de St. John's et de Stephenville à Terre-Neuve et de Charlottetown à l'Île-du-Prince-Édouard. Ces dernières disposent de caractéristiques proches, mais les liens industriels, commerciaux et contractuels à l'œuvre

dans ces régions ne s'organisent pas selon les mêmes modalités. De plus, il est clair que les acteurs de la recherche fondamentale en biotechnologie (les institutions publiques, parapubliques et le secteur entrepreneurial) interviennent différemment. Les héritages et les orientations industrielles, nées et conçues lors des phases précédentes du développement biotechnologique provincial, notamment à partir du milieu des années 1960 et 1970, pèsent sans doute sur le Nouveau-Brunswick (retard dans l'insertion de ces technologies et dans la création de centres de transfert technologique significatifs) et sur Terre-Neuve (difficulté de valorisation commerciale de la R et D malgré un réel effort depuis les dernières années). Au-delà de ces variations, des régularités peuvent être mises en évidence : dans la plupart des cas, ces processus communs attirent dans le domaine de la R et D biotechnologique du capital canadien et étranger et des ressources humaines de haut niveau du centre du pays, des États-Unis et d'ailleurs.

Si, du point de vue global, un effort réel est en cours de réalisation aux échelles provinciales en ce qui concerne la diffusion de ces nouvelles technologies dans une perspective avérée d'innovation – optique *produits* ou optique *procédés* – ainsi que nous l'avons perçu, l'état de la situation dans les provinces de l'Atlantique reste en demi-teinte. De fait, notre enquête laisse entendre que les commandes à l'industrie biotechnologique locale sont assez faibles, à l'exception du secteur hospitalier, de celui du traitement industriel et urbain ainsi que des secteurs horticoles, aquacoles et des dérivés marins. La sous-traitance est limitée à la fois par des problèmes de normes (la normalisation industrielle est encore insuffisante) de compétence technique locale (le problème semble réel pour Terre-Neuve et le Nouveau-Brunswick, du fait d'un manque de main-d'œuvre spécialisée) et de niveau de technicité des petites et moyennes entreprises. Sur ce dernier point, les écueils remarquables portent souvent sur l'insuffisance du nombre de chercheurs de haut niveau (p. ex., Nouveau-Brunswick) et sur la difficulté de répondre à la demande en recherche fondamentale (un peu partout, sauf en Nouvelle-Écosse). Les investisseurs connaissent les difficultés qu'ont souvent les institutions de recherche publiques à transformer des budgets en personnel. En effet, situées à la frontière entre la chimie et la biologie, les biotechnologies ont de la difficulté à se trouver un chemin propre. D'où la difficulté à créer des structures réellement novatrices de transfert de la recherche à l'industrie, car il apparaît par ailleurs que les chercheurs ne développent pas suffisamment de liens avec l'industrie et cela un peu partout en région, à l'exception, là encore, de quelques cas en Nouvelle-Écosse.

Pour créer un climat stimulant au développement durable des biotechnologies, une certaine cohésion est nécessaire. Comme l'a souligné le numéro 33 de *Nature*, sous le titre « Biotechnology », en 1987 : « L'un des principaux défis lancés par les biotechnologies est de nature organisationnelle : c'est un cauchemar [...]. Elle constitue un défi pour l'organisation de nos universités, de nos ministères, de nos statistiques économiques et de nos esprits. » Ce besoin visant à améliorer la diffusion des biotechnologies a été à plusieurs reprises exprimé au sein de programmes ou de décisions provinciales⁵⁹. De fait, si les provinces souhaitent résolument s'engager vers la perspective d'un développement durable dans ces nouvelles technologies industrielles (p. ex., par le biais de la création entrepreneuriale) et pérenniser les acquis (renforcement de la valeur ajoutée pour les activités déjà présentes), ces dernières devront, dans le cadre de leur stratégie de développement, affirmer à l'instar des recommandations du Comité consultatif national de la biotechnologie :

- ▶ leur soutien explicite de la recherche fondamentale afin d'assurer le développement continu de compétences et de technologies là où sa présence est insuffisante, notamment dans les centres existants (stratégie de recherche d'une masse critique) ;
- ▶ leur aide à l'industrie pour la recherche et développement préconcurrentielle ;
- ▶ leur aide à la protection des droits de propriété industrielle, qui semble faire défaut et, d'une manière générale, à l'encouragement au dépôt de brevet ;
- ▶ et, enfin, leur soutien dans le but d'élaborer, de perfectionner et de diffuser de nouvelles stratégies réglementaires (dans le cadre de leurs attributions) qui inciteraient les entreprises en biotechnologie à investir dans l'Atlantique, à l'instar des mesures prises par le gouvernement de la Colombie-Britannique⁶⁰.

Au regard de ces aspects, il faut retenir que le tableau général de la réalité industrielle des biotechnologies dans les provinces de l'Atlantique n'est pas fixé dans un cadre rigide. Mieux encore, les données

59. On consultera le rapport annuel « The Economy (1995) », Economics and Statistics Section Cabinet Secretariat, Gouvernement de Terre-Neuve et du Labrador (page 15) qui présente les perspectives d'encouragement provinciales en matière de biotechnologie (secteur biomédical, notamment).

60. Recommandations du Comité consultatif national de la biotechnologie, Cinquième Rapport, 1991, p. 16.

présentées dans cette synthèse sont susceptibles d'importantes transformations tant qualitative que quantitative. Du reste, une étude résolument plus complète aurait pu être produite si un ensemble de données chiffrées avait été disponible. La pertinence de certains arguments aurait été renforcée si des recherches plus précises avaient pu être menées sur la structure fine de la recherche et développement, sur le fonctionnement du système de production et de vente, sur l'impact technique de l'environnement réglementaire et, enfin, sur les alliances stratégiques. Une meilleure étude du système de production lui-même (adaptation du matériel, services offerts, délais de livraison, etc.) et de l'origine des fournisseurs aurait permis de s'interroger sur certaines relations de dépendance-indépendance par filières. Enfin, il serait apparu souhaitable d'aborder de manière directe la question stratégique (motivations dans les partenariats dans le cadre de l'accès aux marchés, de la capacité de commercialisation et production, de l'expertise en recherche).

Ces manques sont les principales faiblesses de cette recherche, mais ils sont liés en grande partie à deux aspects contingents : d'une part, la faible information sur les secteurs émergents de la nouvelle économie (manque d'outils, manque de recul, manque de données ou données encore insuffisantes) ; d'autre part, le secret et, plus largement, le secret industriel. Par habitude, les entreprises qui œuvrent au sein de la *nouvelle économie* ont une propension à ne pas divulguer l'information à caractère économique. En définitive, cette synthèse conçue dans une perspective résolument exploratoire, montre à quel point les provinces de l'Atlantique offrent à l'observateur intéressé par les activités industrielles récentes, un terrain privilégié d'investigation. Il est clair que l'ensemble régional recèle des opportunités majeures de développement durable dans des domaines tantôt peu connus, tantôt ignorés, et c'est sans doute dommage.

L'exemple choisi des biotechnologies industrielles n'était donc pas un hasard. Peu compris, analysé ou même décrit par la plupart des observateurs traditionnels, ce champ nouveau dont la progression est graduelle, voire discrète, et dont la visibilité complète n'est pas encore de mise en 1997, est en train de bousculer bien des comportements dans les instances industrielles et financières (on mentionnera les nouvelles activités de la Banque Royale du Canada orientées vers des investissements stratégiques en biotechnologie et la multiplication des forums, colloques et symposiums concernant ces technologies au pays, y compris dans les provinces de l'Atlantique). De plus en plus présentes dans notre quotidien, sans pour autant être perçues

comme telles, notamment dans les produits alimentaires et la pharmacie, les biotechnologies industrielles sont inscrites dans les plans de développement stratégiques à moyen et long termes de la totalité des nations dont le potentiel technico-scientifique est significatif. L'enjeu est de taille. Le Canada qui, il y a plus de quinze ans, avait privilégié et planifié une stratégie sur les télécommunications, du fait de son savoir-faire, oriente cette fois parallèlement et de manière officielle, de nouvelles perspectives de développement industriel dans le cadre des biotechnologies dont l'enjeu pour le développement régional est patent. Il est clair que la maîtrise industrielle de plusieurs filières à haute valeur ajoutée liées à la *nouvelle économie*, comme les biotechnologies marines (extractions diverses pour la chimie fine, entre autres), constitue l'un des enjeux des années à venir et pas seulement pour certains secteurs particulièrement perméables à ces technologies comme la pharmacie, le biomédical, l'agroalimentaire ou le secteur minier, mais aussi pour les industries des nouveaux matériaux et de la bioinformatique, dont l'intervention est imminente.

Dans la perspective d'un développement orienté vers ces technologies, il semble en définitive qu'une politique de recherche ne saurait se situer dans un cadre exclusivement provincial. La nécessité apparaît de construire graduellement un véritable réseau multipolaire de la recherche biotechnologique capable d'irriguer l'espace régional (décupler la promotion des réseaux d'information publics déjà existants, comme BIOMINET, BIONET, BIOQUAL, AQUATECH ou BIOFOR, par exemple) (Annexe) et d'assurer une meilleure articulation entre les actions provinciales et internationales. À ce chapitre, il est clair que la récente ouverture du Canadian Bioinformatics Resource à Halifax (par le Conseil national de recherches du Canada) s'avère fondamentale, notamment pour le secteur de la biopharmacie. La bioinformatique étant l'axe majeur des biotechnologies futures, sa présence au coeur des provinces de l'Atlantique ne peut être que salubre à condition que des stratégies de R et D ciblées soient menées.

Il semble ainsi que, dans une perspective globale, la plupart des provinces ne peuvent se faire reconnaître dans leur potentiel que dans la mesure où elles sauront inciter des solidarités plurirégionales nouvelles en ce qui a trait à la réglementation, d'une part, et à l'encouragement aux brevets industriels, d'autre part. Les regroupements interprovinciaux et interinstitutionnels apparaissent comme les bienvenus à ce chapitre, à l'instar de ce qui se produit dans d'autres espaces au Canada (importantes coopérations dans le cadre de

AG-West Biotech dans les Prairies qui ont générés de lucratifs marchés, notamment dans le secteur agricole, et coopérations entre le secteur bancaire et la Diversification de l'économie de l'Ouest pour des fonds d'emprunt axés en biotechnologie en 1996). L'échelon pertinent n'est plus la province, mais l'espace atlantique dans son ensemble. C'est la recherche et le maintien de donneurs d'ordres industriels en amont qu'il faut encourager. Cela signifie qu'il est nécessaire de pouvoir conserver en région le bénéfice des retombées des droits industriels lors des dépôts de brevets. Mais dans tous les cas de figure, l'encouragement au dépôt de brevet ne peut se faire que si les entreprises sont relayées par la présence locale de structures de formation et de recherche adéquates. Cet aspect est le préalable pour parvenir à un développement entrepreneurial durable. À ce chapitre, la mobilisation du gouvernement du Nouveau-Brunswick autour de ces technologies semble aller dans le bon sens. Ainsi, une étude récente commanditée par l'Agence de promotion économique du Canada atlantique, semblait conclure en ce sens : « On se trompe souvent sur la nature des sciences et de la technologie et sur le développement économique. De nombreux spécialistes du développement économique croient qu'une forte concentration de scientifiques et d'ingénieurs et des niveaux élevés de financement de la R et D favorisent le dynamisme de l'économie. [...]. Ce qu'il faut c'est un système qui soit en mesure de saisir la valeur économique de la technologie à même les ressources de la région ou de l'extérieur de celle-ci. Pour pouvoir saisir la valeur économique des ressources technologiques d'une région, il faut une culture, des établissements et une infrastructure qui permettent d'acheminer la science vers la technologie, la technologie vers le produit et le produit vers le marché. Les provinces de l'Atlantique ont besoin d'une infrastructure technologique qui atteigne cet objectif d'acheminement. »

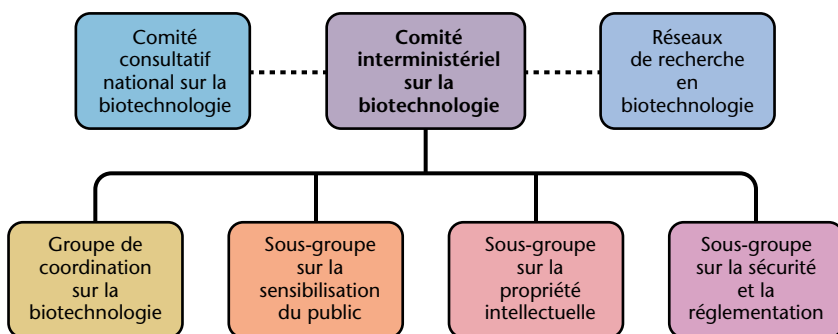
Autrement dit, l'effort à consentir pour mieux maîtriser ces technologies de la nouvelle économie, véritable enjeu du siècle prochain, passe par des orientations claires et une vue à long terme en matière de recherche fondamentale et appliquée, de même que par un renforcement dans la formation des ressources humaines et un encouragement dans le domaine de la propriété industrielle.

Gageons qu'il en sera de même pour nos régions qui disposent d'occasions réelles et non seulement supposées dans les technologies complexes mais fondamentales que sont les biotechnologies, tant sur le versant de la création entrepreneuriale que sur celui de la modernisation du tissu industriel lui-même.

*A***nnexe**

Stratégie nationale en matière de biotechnologie

Structure des comités



Contact des réseaux nationaux de recherche sur la biotechnologie

Renseignements sur la réglementation dans le domaine de la biotechnologie (ISC)

M. Terry Walker : (613) 941-0613

Évaluation de la technologie et de la coordination nationale PARI-CNR

M. Denys Cooper : (613) 993-1790

Les réseaux nationaux de recherche en biotechnologie

Nom	Secteur	Ministère(s)	Coordonnateur(s)/ Coordonnatrice(s)	Téléphone
AQUATECH	Pêche/aquaculture marine	Pêches et Océans	Mme I. Price	613-990-0275
BIOZOOTECH	Développement animal	Agriculture et Agro-alimentaire Canada	M. T.R. Batra	613-993-6002
BIOCROP	Mise au point de variétés de plantes		M. J. Singh	613-995-3700
BIOREM	Micro-organismes améliorant la rhizosphère		M. L.R. Barran	613-995-3700
BIOFOR	Exploitation forestière et produits de la forêt	Ressources naturelles Canada	M. Wm. Cheliak	705-949-9461
BIOMINET	Lixiviation des minéraux et récupération des métaux	Ressources naturelles Canada	M. A. Oliver	613-996-5619
BIONET	Produits servant aux soins de santé des humains et des animaux	Santé Canada	Mme S. Hasnain	613-954-0298
		Agriculture et Agro-alimentaire Canada	M. A. Fraser	613-998-9320
BIOQUAL	Traitement des déchets	Environnement Canada	M. G. Allard	819-953-3090

Source : Documents Industrie Canada, 1995.

Bibliographie

Le nombre des ouvrages traitant des aspects industriels et économiques émergents consécutifs à la pénétration des biotechnologies industrielles connaît une amplitude depuis ces dernières années. Néanmoins, les connaissances sur les développements au sein d'espaces régionaux sont faibles ou inexistantes. De fait, nous avons sélectionné les documents qui apparaissent les plus significatifs, soit pour leur apport concernant l'ensemble du Canada (compréhension de l'activité, références), soit parce qu'ils présentent des exemples faisant spécifiquement mention des régions de l'Est du pays.

■ I – Documents généraux (sélection)

Attaway, David H. et Oskar R. Zaborsky, *Marine Biotechnology*, vol. I, Pharmaceuticals and Bioactive Natural Products, New York, Plenum Press, 1993.

Bechtel, M. et A. Cayla, *Étude internationale comparative des règlements concernant les biotechnologies*, Paris, Association française de normalisation, 1987, 117 p.

Belcher, Brian M., *S'approprier la vie : la recherche, le droit et les biotechnologies*, Ottawa, Centre de recherche pour le développement international, 1991.

Centre des Nations Unies sur les Sociétés Internationales, *Transnational Corporations in Biotechnology*, New York, Nations Unies, 1988.

Colwell, Rita R., Anthony J. Sinskey et E. Ray Pariser, *Biotechnology in the Marine Sciences*, New York, John Wiley & Sons, 1982.

Conseils et vérification Canada, pour Protection civile Canada, *La gestion des risques biologiques*, Ottawa, mars 1995.

Dakers, S., *La biotechnologie et le bien commun : rapport de la conférence NABC 6*, mini-bulletin MR-127F, Ottawa, Service de recherche, Bibliothèque du Parlement, juin 1994.

- Daly, P., *The Biotechnology Business : A Strategic Analysis*, Totawa, New Jersey, Frances Pinter Ltd., 1985.
- Darbon, P. et J. Robin, *Le jaillissement des biotechnologies*, Paris, Fayard, Fondation Diderot, Nouvelle encyclopédie des sciences et des techniques, 1987.
- Ducos, C. et P.B. Joly, *Les biotechnologies*, Paris, Édition La Découverte, 1988.
- Fox, Michael W., *The Brave New World of Biotechnology and Where it All May Lead*, New York, Lyons and Burford Publisher, 1992.
- Green, Ken, « Creating Demand for Biotechnology: Shaping Technology and Markets », dans *Technological Change and Labour Markets*, édité par R. Coombs et al., Londres, Academic Press, 1992.
- Greenshields, R., *Resources and Applications of Biotechnology: The New Wave*, Hampshire, McMillan Press Ltd., 1989, 441 p.
- Gros, F., *L'ingénierie du vivant*, Paris, Éditions Odile Jacob, 1990, 237 p.
- Hermann, Alex W., *Emerging Technologies in Biological Sampling: A Report of SCOR Working Group 90*, Paris, UNESCO, 1993.
- Industrie Canada, *Biotechnologies États-Unis*, Montréal, 1 vol., 1995.
- Jorland, G. (sous la direction de), *Des technologies pour demain. Biotechnologies, fusion nucléaire, laser, supra conducteurs*, Paris, Éditions du Seuil, 1992, 264 p.
- Knorr, D. (édit.), *Food Biotechnology*, New York et Basel, Marcel Dekker Inc., 1987, 613 p.
- Kreiner, Kristian et M. Schultz, *Crossing the Institutional Divide: Networking in Biotechnology*, Stockholm, Présentation au 10^e Congrès international de l'Association internationale de gestion stratégique, 1990.
- Krimski, Sheldon, *Biotechnics and Society: The Rise of Industrial Genetics*, New York, Praeger Publishers, 1991.
- Kristensen, R., *Biotechnology and the Future Economic Development*, Copenhague, Institute for Future Studies, 1986, 267 p.
- Martin, A.M., *Fisheries Processing: Biotechnological Applications*, London, Chapman & Hall, 1994, 494 p.
- Massachusetts Institute of Technology, 10th Annual MIT Sea Grant Lecture, *Biotechnology in the Marine Sciences*, mars 1982.
- Ministère des Affaires étrangères (France), *Biotechnologies (1990-1991)*, Paris, OCDE, 250 p.

- Montpetit, I. et L. Gendron, « Petit vocabulaire des biotechnologies », *Québec Science*, vol. 28, n° 2 (octobre 1989), p. 23-26.
- OCDE, *Biotechnologie : effets économiques et autres répercussions*, Paris, OCDE, 1989, 128 p.
- OCDE, *Biotechnologie et protection par brevet – une analyse internationale*, Paris, OCDE, 1985.
- OCDE, *Biotechnologie : évolution du rôle des pouvoirs publics*, Paris, OCDE, 1988, 134 p.
- OCDE, *Biotechnology: International Trends and Perspectives*, Paris, OCDE, 1982.
- OCDE, *Considérations relatives à la biotechnologie*, Paris, OCDE, 1994, 50 p.
- OCDE, *Effets économiques à long terme de la biotechnologie*, Paris, OCDE, 1988, 72 p.
- OTA, *Biotechnology in a Global Economy*, Congress of the USA, Washington, 1991.
- OTA, *Commercial Biotechnology: An International Analysis*, Congress of the USA, Washington, 1984.
- OTA, *Genetic Technology: A New Frontier*, Congress of the USA, Boulder, Colorado, Westview Press, 1982.
- OTA, *New Developments in Biotechnology: Patenting Life*, Congress of the USA, New York, Marcel Dekker Inc., 1990.
- OTA, *New Developments in Biotechnology (4): US Investment in Biotechnology*, Congress of the USA, Washington, 1988.
- Pelissolo, J.C., *La biotechnologie demain*, Paris, La Documentation française, 1980.
- Teitelman, Robert, *Gene Dreams: Wall Street, Academia and the Rise of Biotechnology*, New York, Basic Books, 1989.
- Université Laval, Centre de Recherche en Nutrition, « Biotechnologie et alimentation : actes du Symposium International », Québec, août 1986, 362 p.
- World Bank, *Agricultural Biotechnology: the Next "Green Revolution"?*, Washington DC, World Bank Technical Paper 133, Département des publications, 54 p.

■ II – Documents relatifs au Canada (sélection)

- Agriculture Canada, *Biotechnology in Agriculture: General Information*, septembre 1993.
- Agriculture Canada, *Workshop on Food Biotechnology*, Ottawa, mars 1993.
- Agriculture et Agro-alimentaire Canada, *Atelier sur la réglementation des produits agricoles issus de la biotechnologie*, Compte-rendu, Ottawa, novembre 1993.
- Bergeron, A., *La situation des biotechnologies au Québec en 1991*, Gouvernement du Québec, Conseil de la Science et de la Technologie, Québec, 1992.
- Bibliothèque du Parlement, *La biotechnologie agricole : possibilités et défis*, Ottawa, Division des sciences et de la technologie, novembre 1994.
- Brossard, M. et al., *Biotechnology: A Development Plan for Canada*, rapport du groupe d'étude sur les biotechnologies au ministère d'État pour les Sciences et les Technologies, Ottawa, 1980.
- Bureau fédéral de développement régional à Québec (et) Industrie Canada, *Répertoire de la bio-industrie au Québec*, 1996, 79 p.
- Conseil national de recherches Canada, *Évaluation stratégique du programme de biotechnologie du CNRC*, janvier 1992.
- Contact International Inc., *Canadian Biotechnology Directory*, Georgetown, Ontario, Company Directory, 1996.
- Desrochers, M., E. Chornet et A. Fortin, *Le secteur forestier et les biotechnologies au Québec*, étude préparée pour le Conseil de la Science et de la Technologie, document interne n° 7, Ste-Foy, août 1987.
- Ernst & Young (Canada), *Biotech '96: Pursuing Sustainability*, Toronto, 1996.
- Ernst & Young (Canada), *Canada Biotech '95 Industry Annual Report: Reform, Restructure, Renewal*, Toronto, 1995.
- Ernst & Young (Canada), *Canadian Biotech '94, Capitalizing on Potential*, Toronto, 1994.
- Ernst & Young High Technology Group (Canada), *Canadian Biotech '89: On the Threshold: A Survey of Business and Financial Issues*, Ottawa, Winter House Scientific Pub., 1989, 1 vol.
- Frank Maine Consulting Ltd., *Study of the Technology Transfer Mechanisms in Biotechnology in the US, UK, Japan and Canada: Review by Country and Recommendations for Canada*, Guelph, Ontario, 1985, 87 p.

- Gouvernement de l'Ontario, *La biotechnologie en Ontario : une croissance en toute sécurité*, Toronto, ministère du Travail, 1989, 1 vol.
- Gouvernement du Canada, Approvisionnement et Services, *Biotechnology: A Development Plan for Canada*, rapport du groupe d'étude sur les biotechnologies au ministre d'État chargé des sciences et de la technologie, Ottawa, 1981.
- Gouvernement du Canada, Approvisionnement et Services, Conseil des sciences, *Germes d'avenir : les biotechnologies et le secteur primaire*, Ottawa, 1985, 101 p.
- Gouvernement du Canada, Approvisionnement et Services, *Stratégie d'exportation du Canada : Biotechnologies*, Série : Plan de commerce international, Ottawa, 1995.
- Gouvernement du Canada, ministre d'État chargé des sciences et de la technologie, *Questions de réglementation concernant la biotechnologie au Canada*, rapport commandé par le secteur de la biotechnologie, 1 vol., Ottawa, 1987.
- Gouvernement du Canada et Beak Consultant, *Questions de réglementation concernant la biotechnologie au Canada*, rapport commandé par le secteur de la biotechnologie, Branche des technologies stratégiques, ministre d'État chargé des sciences et de la technologie, 1 vol., 1987.
- Gouvernement du Canada (et) Ernst & Young High Technology Group, *La biotechnologie au Canada en 1989 : une industrie qui promet*, Toronto, Conseil national de recherches du Canada, Industrie, Sciences et Technologie Canada, 1989, 1 vol.
- Gouvernement du Québec, Conseil de la Science et de la Technologie, *Le développement industriel des biotechnologies au Québec*, Québec, 1985.
- Gouvernement du Québec, Conseil de la Science et de la Technologie, *Les biotechnologies : un choix stratégique pour le Québec*, Ste-Foy, 1992.
- Gouvernement du Québec, Direction des Communications, Direction générale de la promotion des investissements, *Point de mire sur les biotechnologies*, Québec, 1992.
- HRDC, *Building Long-term Capability Now: Canadian Human Resources Study in Biotechnology*, ministère des Ressources humaines, Ottawa, juillet 1996.
- Industrie, Sciences et Technologie Canada, *Technologies stratégiques : un aperçu*, Ottawa, 1989, 1 vol.

- Industrie Canada – Région du Québec, *Répertoire des programmes fédéraux et provinciaux en biotechnologie au Québec*, Montréal, 1994, 63 p.
- Ingham, G., *La biotechnologie dans l'industrie agro-alimentaire au Canada*, étude préparée pour Industrie, Sciences et Technologie Canada, Ottawa, 1989, 25 p.
- Investment Canada, *Canadian Partners for Global Markets (Industrial Wastewater Management, Solid Waste Management, Biotechnology)*, Ottawa, 1993.
- James G. Heller Consulting Inc., *Étude économique de base de l'industrie canadienne de la biotechnologie*, étude préparée pour Industrie Canada, Santé Canada et Environnement Canada, Toronto, juin 1995.
- KPMG (Canada), *Biopartnering Review*, Toronto, 1993.
- KPMG (Canada), *Biotechnology in Canada: Poised for Growth*, Toronto, 1995.
- KPMG (Canada), *Bulletin sur la biotechnologie*, Toronto, automne-hiver 1995 et printemps 1996.
- Legault, Grysole et Associés Inc., *Les biotechnologies au Québec : bilan, axes de développement et services structurants*, Québec, mai 1995.
- Legault, Grysole et Associés Inc., *Les biotechnologies au Québec : la conquête d'un nouveau marché*, étude préparée pour le Bureau fédéral de développement régional – Québec et Industrie Canada, Montréal, mars 1989.
- Nadeau, Élise, Dominique Paquet et Yves Robertson, *Les biotechnologies : bibliographie sélective*, Ste-Foy, Conseil de la Science et de la Technologie, Centre de Documentation, Gouvernement du Québec, avril 1991.
- National Biotechnology Advisory Committee, *National Biotechnology Business Strategy*, Ottawa, novembre 1991.
- National Research Council Canada, *Pharmaceutical/Medical Sector Market Analysis and Profile*, Ottawa, février 1994.
- Pegasus Consulting Group, *Canada-Japan Aquaculture Biotechnology Workshop*, étude préparée pour le ministère des Affaires étrangères et du Commerce international – Industrie, Sciences et Technologie Canada, Vancouver, mars 1991, 67 p.
- Réseau canadien de l'environnement, *Concerns About Biotechnology: Issues Identified by Environmental Groups*, Ottawa, Environment Canada, juin 1993.

SECOR Inc., *Plan stratégique en biotechnologie : plan d'action pour le développement de l'industrie de la biotechnologie dans la région de Montréal*, Montréal, 1988, 97 p.

Syndel Laboratories, « Opportunities for the Fine Chemicals and Pharmaceuticals From Marine Resources », étude préparée pour Industrie Canada, Seafood and Marine Products Sector Campaign, Vancouver, mars 1991.

■ III – Documents relatifs aux provinces de l'Atlantique

Actes du colloque : *Biotechnology: Farming Food for the Future*, Fredericton, Nouveau-Brunswick, juin 1995, colloque organisé par la Fédération d'agriculture du Nouveau-Brunswick, le ministère de l'Agriculture et du Développement rural, à partir de l'entente cadre Canada – Nouveau-Brunswick « Plan Vert ».

Arthur D. Little Inc., *Assessment of Opportunities and Development of a Marine Biotechnology Strategy for Newfoundland and Labrador – Phase I*, étude préparée pour Industrie Canada à Terre-Neuve, rapport final, St. John's, janvier 1995.

Beaudin, Maurice et Fabrice Rigaux, « La stratégie McKenna en matière de biotechnologies », *Options Politiques*, vol. 18, n° 3 (avril 1997), p. 42-45.

Bicon Consulting Associates, « Perspectives d'avenir pour les entreprises fondées sur la biotechnologie au Canada atlantique », étude préparée pour le Conseil de l'Atlantique sur la compétitivité des agro-produits et l'Agence de promotion économique du Canada atlantique, janvier 1997, 53 p.

Gouvernement du Canada, Industrie, Sciences et Technologie Canada, *Biotechnology in Atlantic Canada: An Introduction to Canada's Atlantic Provinces with an Inventory of Biotechnology Research and Associated Activity*, Halifax, Nova Scotia, Atlantic Institute of Biotechnology & Atlantic Provinces Economic Council, 1989, 33 p.

Isnor, Richard, « Developing Provincial Environmental Policy for Biotechnology », *Options Politiques*, vol. 14, n° 9 (novembre 1993), p. 29-32.

Sur les dérivés en biotechnologie aquacole et marine : dossier conjoint d'information sur le secteur entrepreneurial (Institut canadien de biotechnologie et Industrie Canada – Branche des produits chimiques et de la biotechnologie) : *Aquaculture Technology in Canada et Aquaculture in Atlantic Canada*, Ottawa, ICB, 1995.

■ IV – Travaux universitaires récents

- Acs, J., L. Herron et H. Sapiensa, « Financing Maryland Biotechnology », *Economic Development Quarterly*, 6 (1992), p. 373-382.
- Blakely, J. et Kelvin W. Willoughby, *Choosing A Strategy for Local Industry Development From Biotechnology: Transfer or Incubate?*, Berkeley, Biotech Industry Research Group, University of California, 1990.
- Blakely, J. et Kelvin W. Willoughby, *The Economic Geography of Biotechnology in California*, Berkeley, Center for Real Estate and Urban Economics, University of California, 1990.
- Blakely, J. et N. Nishikawa, « Incubating High-Technology Firms: State Economic Development Strategies for Biotechnology », *Economic Development Quarterly*, 6 (1992), p. 241-254.
- Blakely, J. et N. Nishikawa, *The Search for a New Golden Goose: State Strategies for the Biotechnology Industry*, Berkeley, Biotech Industry Research Group, University of California, 1989.
- Forrest, Janet et Fred C. Manning, « Measures of Effectiveness of New Technology Based Firms: The Case of the New Biotechnology Industry », *Journal of Small Business*, vol. 7, n° 10 (1989).
- Forsythe, P., « Utilizing the Research Capabilities of a Local University to Attract Industry: A Case Study of Targeting Biotechnology Firms », *Economic Development Review*, (printemps 1989), p. 29-35.
- Goetz, S. et R. Shannon Morgan, « State-Level Locational Determinants of Biotechnology Firms », *Economic Development Quarterly*, vol. 9, n° 2 (mai 1995), p. 174-184.
- Hall, P., L. Bornstein, R. Grier, et M. Webber, *Biotechnology: The Next Industrial Frontier*, Berkeley, Biotech Industry Research Group, University of California, 1988.
- Hall, P., L. Bornstein, R. Grier, et M. Webber, « Where Biotechnology Locates? », *Built Environment*, 13 (1987), p. 152-156.
- Hamilton, E., J. Vila, et M.D. Dibner, « Patterns of Strategic Choice in Emerging Firms: Positioning for Innovation in Biotechnology », *California Management Review*, 32 (1990), p. 73-86.
- Haug, P. et P. Ness, « Industrial Location Decisions of Biotech Organizations », *Economic Development Quarterly*, 7 (1993), p. 390-402.
- Miller, J., « Biotechnology: Consequences of Deliberate Release », *The Regulation of Biotechnology*, Toronto, Fondation canadienne de recherche du droit de l'environnement, 1984.

Sapienza, Alice M., « R & D Collaboration as a Global Competitive Tactic: Biotechnology and the Ethical Pharmaceutical Industry », *R & D Management*, vol. 9, n° 4 (1989), p. 285-295.

■ V – Documents relatifs au rôle de l'innovation dans le développement (sélection)

Bergeron, Gilles (sous la direction de), *Technologie et territoire : la maîtrise territoriale du changement technologique*, Chicoutimi, Université du Québec à Chicoutimi, 1990, 139 p.

Dufour, P. et J. de la Mothe, *Science and Technology in Canada*, Harlow, Grande-Bretagne, Longman, 1993.

Industrie, Sciences et Technologie Canada, *Manuel de référence pour les consultations sur les sciences et la technologie*, Ottawa, Secrétariat de l'examen des sciences et de la technologie, juin 1994.

McFetridge, D., *Les technologies de pointe au Canada : analyse des données récentes sur leur utilisation*, Conseil économique du Canada, Ottawa, Approvisionnements et Services, 1992.

Palda, Kristian, *Innovation Policy and Canada's Competitiveness*, Vancouver, The Fraser Institute, 1993.

Slem, A. (sous la direction de), *La diffusion des nouvelles technologies*, Paris, Édition du CNRS, 1987.

Stonoman, P., *The Economic Analysis of Technological Change*, Londres, Oxford University Press, 1983.

Thibodeau, J.C. et P.A. Julien, *Nouvelles technologies et économie*, Sillery, Presses universitaires du Québec, 1991, 270 p.

■ VI – Principales sources statistiques

Industrie, Sciences et Technologie Canada, Direction de la biotechnologie, *Dépenses fédérales en biotechnologie, 1989-1992*, Ottawa, mars 1993.

Sciences et Technologie Canada, *Activités et dépenses des gouvernements provinciaux en biotechnologie, 1985-1986*, Ottawa, novembre 1986.

Sciences et Technologie Canada, *Dépenses fédérales en biotechnologie, 1981-1986*, Ottawa, octobre 1986.

Série Statistique Canada, cat. n° :

88-202 (annuel) – *Statistiques sur la recherche et le développement industriel.*

88-501F – *Un indicateur de l'excellence de la recherche scientifique au Canada.*

90-02 – *Activités scientifiques et technologiques des administrations provinciales, 1982-83 à 1989-90.*

90-06 – *Répartition des dépenses fédérales dans le domaine des sciences et de la technologie, selon la région, 1988-89.*

90-09 – *Les estimations des dépenses canadiennes au titre de la recherche et du développement (DIRD), national 1963 à 1990, et par région 1979 à 1988.*

Statistique Canada, Recherche et développement (R et D) en biotechnologie dans l'industrie canadienne en 1989 et 1993, *Bulletin de service, Statistique des sciences*, novembre 1996.

■ VII – Rapports divers (récents)

Arthur D. Little of Canada Ltd., *Stratégie pour le développement des sciences et de la technologie au Nouveau-Brunswick*, rapport sommaire à la province du Nouveau-Brunswick et au gouvernement fédéral du Canada, référence 53411.

Comité directeur de la prospérité, *Innovier pour l'avenir, Un plan d'action pour la prospérité du Canada*, Ottawa, Approvisionnement et Services, 1992.

Conseil consultatif sur les sciences, *Forum national des conseils consultatifs des sciences et de la technologie*, série de quatre rapports sur les conférences tenues à Halifax, Edmonton, Victoria et Hamilton (1989-1993).

Conseil du premier ministre du gouvernement de l'Ontario, *Competing in the New Global Economy*, Toronto, 1988.

Mona F. Wall, *Technology: Meeting the Challenge of Change*, rapport spécial, St. John's, Gouvernement de Terre-Neuve et du Labrador, 1992.

Glossaire

Principales sources : P. Darbon et J. Robin (coord.), *Le jaillissement des biotechnologies*, Paris, Fayard, Fondation Diderot, Nouvelle encyclopédie des sciences et des techniques, 1987; I. Montpetit et L. Gendron, « Petit vocabulaire des biotechnologies », *Québec Science*, vol. 28, n° 2 (octobre 1989), p. 23-26.

Enzymes : protéines dotées d'une fonction catalytique particulière (catalyse : modification d'une réaction chimique sous l'effet d'une substance qui ne subit pas de modification elle-même).

Enzymologie : ensemble des techniques relatives à la synthèse des protéines, la manipulation et l'exploitation de leurs propriétés.

Fermentation : bioconversion utilisant des micro-organismes. Ne désignant initialement que les cultures en l'absence d'oxygène (anaérobie), ce terme recouvre maintenant toutes les cultures de micro-organismes.

Génie génétique : ensemble des techniques de recombinaisons génétiques *in vitro* et de clonage.

Innovation de procédé : modification importante apportée à la technologie de production d'un article. Il peut s'agir d'un nouvel équipement, de nouvelles méthodes de gestion et d'organisation ou de ces deux types de changements associés.

Innovation de produit : commercialisation d'un produit ayant subi une modification technologique touchant les caractéristiques de conception d'un produit, qui sont modifiées de manière à offrir au consommateur de ce produit des services nouveaux ou améliorés.

Innovation technologique : la Nova Scotia Research Foundation Corporation donne, dans son rapport annuel de 1979-1980, la définition suivante : « L'innovation technologique est le

processus global qui va de la conception d'une idée à la vente d'un produit ou d'un service pour un profit et qui comprend tous les maillons de la chaîne d'innovation, ou seulement certains d'entre eux, soit la conception, la recherche, le développement, l'ingénierie, la production, la commercialisation et la vente ».

Lixiviation de minerais : utilisation de bactéries pour « digérer » les minerais de façon à en extraire les composants recherchés, par exemple, le cuivre.

Personnel affecté à la R et D : selon Statistique Canada, ce ratio est calculé en équivalence plein temps (EPT). La R et D peut être exécutée soit par des personnes qui se consacrent entièrement à cette activité, soit par des personnes qui ne lui accordent qu'une partie de leur temps, et qui, pour le reste, s'occupent de tâches comme la vérification, le contrôle de qualité et l'organisation de la production.

Recherche : le Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada donne une définition assez complète du thème : « La recherche fondamentale comprend les investigations originales visant à une meilleure compréhension et à l'avancement général du savoir scientifique mais qui ne visent pas nécessairement un usage immédiat. La recherche appliquée, par contre, comprend les investigations dirigées vers l'action : vers l'exploitation ou l'utilisation de la nature au profit de l'homme, et résulte en de nouveaux produits ou procédés commerciaux ». (Source : Un plan quinquennal pour les programmes du Conseil de Recherches en Sciences Naturelles et en Génie, Ottawa, 1979, p.12).

Recherche et développement : Statistique Canada donne une définition selon l'article 2900 du Règlement de l'impôt sur le revenu : « La recherche-développement (R et D) consiste en une investigation systématique dans le domaine du génie et des sciences naturelles effectuée à l'aide d'expériences ou d'analyses en vue de l'avancement des connaissances scientifiques ou techniques. La recherche est l'investigation initiale entreprise sur une base systématique pour acquérir de nouvelles connaissances. Le développement est l'activité entreprise pour appliquer les résultats des recherches ou d'autres connaissances scientifiques à la création de produits ou procédés nouveaux ou nettement améliorés. S'il réussit, le développement se traduira généralement en produits

ou procédés qui apportent une amélioration à l'état de l'art et pourront être brevetés ». (Source : Statistique Canada, Recherche et développement dans l'industrie canadienne : feuille de définition).

Recombinaison génétique : ensemble des mécanismes pouvant conduire au réarrangement des séquences des gènes. Ces recombinaisons sont soit naturelles, soit provoquées *in vitro*.

Liste des tableaux

Tableau 1 : Évolution mondiale des parts de marché des produits issus des biotechnologies dans les principaux secteurs d'activités (en pourcentage de chaque secteur)	41
Tableau 2 : Indicateurs de la croissance des biotechnologies pour les trois principales zones concernées : États-Unis – Japon – Union européenne	43
Tableau 3 : Répartition du secteur entrepreneurial prenant en charge le développement des biotechnologies industrielles au Canada	48
Tableau 4 : Structure de l'investissement au Canada sous forme de capital-risque, 1993-1994 (en millions de \$CAN)	52

Liste des figures

Figure 1 :	Croquis de synthèse : la continuité industrielle en biotechnologie	32
Figure 2 :	De la recherche fondamentale à la commercialisation : le modèle élaboré pour la production biotechnologique	36
Figure 3 :	Évolution du marché mondial des produits issus des biotechnologies, tous secteurs confondus, 1985-2000.....	41
Figure 4 :	Importance des biotechnologies dans l'économie canadienne : évolution de quelques indicateurs, 1989-1993	46
Figure 5 :	Exportations et balance commerciale de l'industrie canadienne de la biotechnologie : évolution, 1989-1993	47
Figure 6 :	Répartition en pourcentage, selon les années de création et la génération technologique, du secteur entrepreneurial des biotechnologies industrielles dans les provinces de l'Atlantique	58
Figure 7 :	Répartition selon la taille des entreprises de biotechnologie (1 ^{re} et 2 ^e génération), provinces de l'Atlantique	59
Figure 8 :	Répartition des entreprises en fonction de leur statut (secteur privé)	61
Figure 9 :	Répartition du secteur entrepreneurial selon le niveau de chiffres d'affaires déclarés et la génération en biotechnologie, 1994	62
Figure 10 :	Répartition de l'insertion du secteur entrepreneurial dans le système productif de la biotechnologie (en pourcentage des déclarations)	63

Figure 11 : Répartition des fonctions des entreprises de biotechnologie de 2 ^e génération (60 % du total), par type d'activité	64
Figure 12 : Domaines d'activités des entreprises de biotechnologie, deux générations technologiques confondues, provinces de l'Atlantique, 1995	64
Éclatement des résultats de la figure précédente :	
12.1 Traitement industriel et urbain	65
12.2 Biotechnologies agricoles, aquacoles, horticoles ...	65
12.3 Pharmacie et biomédical	65
12.4 Instrumentation – équipement – bioinformatique	66
12.5 Biotechnologies agroalimentaires	66
12.6 Ingénierie générale	66
12.7 Extraction minière	67
12.8 Chimie fine (hors pharmacie)	67
Figure 13 : Activités provinciales en biotechnologie industrielle, deux générations technologiques confondues, 1995	69
Figure 14 : Types de liens externes identifiés et déclarés par les entreprises de biotechnologie industrielle de 2 ^e génération, 1995-1996	80
Figure 15 : Liens externes entretenus par les entreprises de biotechnologie industrielle de 2 ^e génération, provinces de l'Atlantique, 1995-1996	80
Figure 16 : Liens externes entretenus au Canada par les entreprises de biotechnologie industrielle de 2 ^e génération, 1995-1996	81
Figure 17 : Liens externes entretenus aux États-Unis par les entreprises de biotechnologie industrielle de 2 ^e génération, 1995-1996	81
Figure 18 : Liens interprovinciaux entretenus par les entreprises de biotechnologie industrielle de 2 ^e génération, 1995-1996	82

Liste des cartes

Carte 1 :	Localisation provinciale des entreprises de biotechnologies industrielles (1 ^{re} et 2 ^e génération), 1995	55
Carte 2 :	Estimation et structure de l'emploi dans les entreprises de biotechnologie industrielle (2 ^e génération), provinces de l'Atlantique, 1995-1996	98
Carte 3 :	Estimation de l'évolution de l'emploi dans les entreprises de biotechnologie industrielle (2 ^e génération), provinces de l'Atlantique, 1992 et 1995	100

