



N° 21-601-MIF au catalogue — N° 078  
ISSN: 1707-0376  
ISBN: 0-662-77183-4

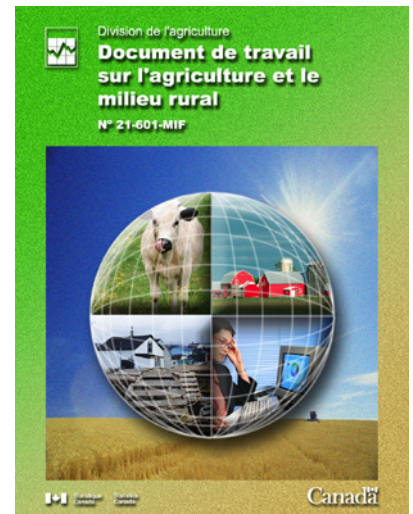
## Document de recherche

# Facteurs influant sur l'innovation en biotechnologie au Canada : analyse des données de l'Enquête sur l'utilisation et le développement de la biotechnologie de 2001

par Daryl van Moorsel, J.A.L. Cranfield et David Sparling

Division de l'agriculture  
Immeuble Jean-Talon, 12<sup>e</sup> étage, Ottawa, K1A 0T6

Telephone: 1 800-465-1991



Statistique  
Canada

Statistics  
Canada

Canada



Statistique Canada  
Division de l'agriculture

## Série de documents de travail sur l'agriculture et le milieu rural

# Facteurs influant sur l'innovation en biotechnologie au Canada : analyse des données de l'Enquête sur l'utilisation et le développement de la biotechnologie de 2001

Publication autorisée par le ministre responsable de Statistique Canada

© Ministre de l'Industrie, 2006

Tous droits réservés. Le contenu de la présente publication peut être reproduit, en tout ou en partie, et par quelque moyen que ce soit, sans autre permission de Statistique Canada sous réserve que la reproduction soit effectuée uniquement à des fins d'étude privée, de recherche, de critique, de compte rendu ou en vue d'en préparer un résumé destiné aux journaux, et/ou à des fins non commerciales. Statistique Canada doit être cité comme suit : Source (ou « Adapté de », s'il y a lieu) : Statistique Canada, nom du produit, numéro au catalogue, volume et numéro, période de référence et page(s). Autrement, il est interdit de reproduire quelque contenu de la présente publication, ou de l'emmagasiner dans un système de recouvrement, ou de le transmettre sous quelque forme et par quelque moyen que ce soit, reproduction électronique, mécanique, photographique, pour quelque fin que ce soit, sans l'autorisation écrite préalable des Services d'octroi de licences, Division des services à la clientèle, Statistique Canada, Ottawa, Ontario, Canada K1A0T6.

Mars 2006

N° 21-601-MIF au catalogue

ISSN : 1707-0376

ISBN : 0-662-71355-9

Périodicité : hors-série

Ottawa

This publication is available in English upon request (Catalogue no. 21-601-MIE).

---

### Note de reconnaissance

Le succès du système statistique du Canada repose sur un partenariat bien établi entre Statistique Canada et la population, les entreprises, les administrations canadiennes et les autres organismes. Sans cette collaboration et cette bonne volonté, il serait impossible de produire des statistiques précises et actuelles.

## Résumé

Les progrès de la biotechnologie passent par la poursuite de l'activité d'innovation au sein des entreprises. Pour croître, les entreprises de biotechnologie doivent comprendre les facteurs qui influent sur leur activité d'innovation. Une telle compréhension éclaire aussi les décideurs et facilite l'élaboration de politiques favorisant le secteur de la biotechnologie. Dans la présente analyse, on examine les facteurs qui déterminent l'activité d'innovation de l'industrie canadienne de la biotechnologie. Cette activité est mesurée en fonction du logarithme naturel du nombre de produits ou de procédés d'une entreprise à différentes étapes du spectre de l'innovation. On a conçu un modèle de régression de cette mesure par rapport à plusieurs déterminants de l'innovation. Les éléments moteurs importants de l'innovation comprennent les ententes de collaboration, le transfert de propriété intellectuelle (PI), la taille et l'âge de l'entreprise, son appartenance au secteur de la biotechnologie agricole ou à celui de la biotechnologie de la santé humaine, et le fait que l'entreprise mette l'accent sur le développement ou la commercialisation. En règle générale, ces facteurs ont tous contribué à accroître le nombre de produits ou de procédés de l'entreprise qui sont en développement, au stade des essais cliniques ou de l'approbation réglementaire, ou sur le marché.

*Mots clés* : innovation, biotechnologie, Canada, agriculture, aliment, santé humaine

Les auteurs désirent remercier Namatie Traore de ses observations constructives, Mike Trant d'avoir facilité la réalisation de cette analyse ainsi que Statistique Canada de leur avoir donné accès aux données.

## Introduction

Le fait que la population canadienne soit hautement scolarisée, la proximité des États-Unis et les coûts liés à la recherche et développement (R.-D.) ont permis de créer un contexte favorable à l'essor de l'activité liée à la biotechnologie. La croissance a été rapide, le nombre d'entreprises passant de 282 en 1997 à 375 en 2001, puis à 490 en 2003. Le Canada se classe au deuxième rang mondial — derrière les États-Unis — pour ce qui est du nombre d'entreprises de biotechnologie (Ernst et Young, 2002). Bien que le nombre d'entreprises de biotechnologie générant des recettes ait augmenté (232 en 1999 par rapport à 252 en 2001), le pourcentage d'entreprises ayant des recettes a en réalité diminué (McNiven et autres, 2003). Selon le *Rapport sur la compétitivité mondiale*, dans le secteur agroalimentaire, le Canada a glissé au quinzième rang parmi la centaine d'économies selon le plus récent indice de compétitivité, et ce, après avoir occupé le sixième rang d'après ce même indice en 1998 (Forum économique mondial, 2005). De toute évidence, l'accroissement de la compétitivité future du Canada en biotechnologie dépendra des politiques et de l'infrastructure actuellement mises en place.

La biotechnologie agricole présente des défis uniques. Bien que le Canada soit un chef de file mondial en ce qui a trait à l'acceptation de la biotechnologie, beaucoup d'organismes sont encore très réticents à adopter les innovations liées à la biotechnologie agricole. Les avantages que présente la biotechnologie agricole — rendement accru des cultures, réduction de l'utilisation des pesticides ou des herbicides, entre autres (Associated Press, 2005) — n'ont pas permis de dissiper les craintes envers cette science relativement nouvelle. La persistance des problèmes liés à l'acceptation par les consommateurs laisse planer des incertitudes quant à la demande éventuelle de produits et de procédés se rapportant à la biotechnologie agricole.

L'évolution du secteur de la biotechnologie et des grands enjeux sociaux et économiques fait ressortir la nécessité de comprendre la structure et les caractéristiques des entreprises de biotechnologie de même que les incidences de ces caractéristiques ainsi que des stratégies et des facteurs environnementaux qui leur sont propres sur leur capacité d'innover et leurs résultats en matière d'innovation. Le présent document vise à évaluer les déterminants possibles de l'innovation ainsi que leur incidence sur l'activité d'innovation des entreprises de biotechnologie agricole et des autres entreprises de biotechnologie au Canada. À cette fin, on a recours à la modélisation économétrique des données de l'Enquête sur l'utilisation et le développement de la biotechnologie (EUDB) de 2001 de Statistique Canada. Cette enquête fournit des données transversales à l'échelle de l'entreprise pour la population d'entreprises de biotechnologie au Canada en 2001.

La compréhension du processus d'innovation et des déterminants de l'activité d'innovation des entreprises canadiennes de biotechnologie agricole permet d'évaluer de façon précise ce secteur de même que les politiques qui l'influencent ou le façonnent. La recherche en biotechnologie au Canada en est encore à ses débuts. L'enrichissement de la documentation dans ce domaine permettra d'étoffer les données relatives à l'avenir et à l'orientation de l'activité d'innovation dans le secteur de la biotechnologie agricole au Canada. Bien qu'elle porte sur un seul pays, la

présente analyse est utile, car on y décrit les éléments moteurs de l'innovation dans un secteur en plein essor. En outre, elle permet de faire des comparaisons fondées sur des données de référence — tant des comparaisons chronologiques à l'échelle nationale que des comparaisons internationales — lesquelles assureront une compréhension systématique des éléments moteurs de l'innovation à l'échelle mondiale. Dans la prochaine section, on donne une description conceptuelle du processus d'innovation en biotechnologie ainsi que les éléments moteurs de l'innovation. On examine ensuite le modèle, les données et les résultats empiriques, puis on présente un résumé ainsi qu'une conclusion.

## **Compréhension du processus d'innovation**

Le secteur public est celui qui, traditionnellement, a entrepris la majeure partie de la recherche fondamentale nécessaire au développement de nouveaux produits ou procédés de biotechnologie. Même si les organismes publics (les universités et les hôpitaux, entre autres) ont désormais la possibilité de pousser le développement de produits ou de procédés, les entreprises privées sont mieux outillées pour le faire. Une entreprise peut générer ses propres idées ou utiliser les résultats de travaux de recherche fondamentale réalisés ailleurs et mettre à profit les compétences de ces experts, que ce soit dans le domaine de la R.-D. appliquée, des essais ou des questions liées à la réglementation, ou dans celui de la production ou de la mise en marché, pour commercialiser de nouvelles biotechnologies.

Sparling et Vitale (2003) ont élaboré un schéma visuel permettant de conceptualiser le processus de développement et de commercialisation. Dans la figure 1 (Sparling et Vitale, 2003), on présente le processus de développement en quatre stades, de la recherche fondamentale à la commercialisation d'une entreprise de biotechnologie. Souvent, ce n'est qu'après plusieurs années de recherche fondamentale qu'une telle entreprise se lance dans des travaux de développement. Le résultat à ce chapitre est souvent la divulgation de la PI (brevets ou documents publiés). Il n'est pas nécessaire de communiquer l'idée du produit. Cependant, les chances d'obtenir du financement sont nettement meilleures si l'idée a fait l'objet d'un examen par les pairs et est considérée comme nouvelle et utile non pas seulement par le chercheur, mais aussi par d'autres (Deeds et Hill, 1996; Niosi, 2000).

Une fois franchi le stade de l'idée, le premier des quatre stades de développement du produit ou du procédé débute. Il s'agit de la R.-D., qui consiste à préparer le produit ou le procédé en vue du deuxième stade de développement, c.-à-d. celui des essais cliniques ou sur le terrain. Si elle n'a pas la compétence nécessaire pour entreprendre la R.-D. ou faire les essais cliniques ou sur le terrain, l'entreprise peut sous-traiter ces activités ou conclure une entente de collaboration pour obtenir ces services. Les entreprises qui sont en mesure d'entreprendre la R.-D. et d'effectuer des essais peuvent quant à elles générer des recettes en fournissant des services à d'autres entreprises dans ces domaines.

Dans le cas des entreprises de biotechnologie agricole, le produit ou le procédé doit, à l'occasion du deuxième stade de développement, satisfaire aux exigences en matière de sécurité, et ce, tout en étant efficace. Les essais cliniques exigés dans le secteur de la santé humaine supposent une évaluation beaucoup plus rigoureuse afin de protéger le plus possible les utilisateurs éventuels du produit ou du procédé. Ces essais se

déroulent en trois phases successives. Le deuxième stade de développement équivaut donc à réaliser les essais de la première phase pour prouver que le produit est sûr, puis à aborder la deuxième phase.

La R.-D. ainsi que les essais cliniques ou sur le terrain à l'échelle de l'entreprise sont souvent réalisés par des petites et moyennes entreprises (PME), qu'on appelle également « entreprises spécialisées en biotechnologie ». Ce processus, qui dure généralement de deux à cinq ans, peut produire différents résultats. La PME peut continuer de développer le produit ou le procédé après les deux stades initiaux ou vendre ou céder sous licence le fruit de ses travaux à une grande multinationale capable de mener à terme les derniers stades du processus de développement.

Le troisième stade de développement d'un produit ou d'un procédé de biotechnologie est celui de la réglementation ou de l'évaluation en milieu confiné. Ce stade, long et coûteux, est vu comme un obstacle par beaucoup de PME (Blind, 2004; Industrie Canada, 2000). C'est à ce moment que beaucoup de technologies sont vendues ou cédées sous licence à de grandes multinationales ayant les ressources nécessaires pour mener à bien le projet. Le dernier stade est celui du développement de marchés, où la production, la commercialisation et la distribution deviennent des éléments clés. Les forces manifestes des grandes entreprises en ce qui a trait à la production, la mise en marché et la distribution de produits ou procédés expliquent leur domination sur le plan de la commercialisation.

Les quatre stades de développement d'un produit ou d'un procédé peuvent être regroupés en deux grandes étapes : l'étape préliminaire (premier et deuxième stades) et l'étape avancée (troisième et quatrième stades). Les entreprises orientées vers l'étape préliminaire, soit celle de la recherche, ont des produits et des procédés uniquement aux premier et deuxième stades de développement. En revanche, les entreprises axées sur les deux derniers stades n'ont pas de produit ni de procédé à l'étape préliminaire.

## **Éléments moteurs de l'innovation**

La présente analyse vise à comprendre les facteurs qui influent sur l'innovation dans le secteur canadien de la biotechnologie. Dans cette section, on examine les facteurs qui sont réputés permettre de façonner l'innovation dans divers secteurs et pays, en vue de constituer des covariables pour un modèle empirique.

### ***Ententes de collaboration***

Grâce aux ententes de collaboration, une entreprise peut concentrer ses activités dans les secteurs où elle jouit d'un avantage concurrentiel, et ce, tout en ayant accès à des technologies ou à des capacités qu'elle ne possède pas. Selon Mohnen et Therrien (2003), il existe une relation positive entre *toute* collaboration et la part des ventes attribuables à l'innovation, si l'on tient compte de la taille de l'entreprise, du secteur, de l'état de la R.-D. et des subventions gouvernementales.

Pour ce qui est des liens entre les entreprises, les ententes de collaboration sont importantes pour faire contrepoids à l'absence d'intégration dans le secteur de la

biotechnologie, qui se caractérise par une multitude de nouvelles entreprises de petite taille qui ne peuvent pas amener un produit ou un procédé du stade initial de la R.-D. jusqu'à celui de la commercialisation. Baum et autres (2000) ont conclu que les dirigeants des nouvelles entreprises de biotechnologie ont avantage à forger des alliances à l'étape du démarrage et qu'elles devraient continuer à agir ainsi au fur et à mesure qu'elles s'établissent, car ce besoin d'alliances ne diminue pas au fil du temps.

Pour les grandes entreprises, les ententes de collaboration constituent un complément à la capacité interne de développement et leur permettent de tirer profit de leurs compétences dans les domaines juridique et réglementaire ainsi que dans ceux de la mise en marché, de la production et de la distribution. On s'attend donc à ce qu'il existe une relation positive entre l'activité d'innovation et le nombre d'ententes de collaboration conclues par une entreprise.

### ***Besoins en capital***

Compte tenu du fait qu'environ 20 % des entreprises canadiennes en biotechnologie génèrent des profits ou à tout le moins font leurs frais (Ernst et Young, 2003), le financement constitue un aspect essentiel à leur survie. Les entreprises de biotechnologie ont accès à un certain nombre de sources de financement. Le plus souvent, elles ont recours à du capital de risque (de source canadienne ou américaine) pour financer leurs activités. Toutefois, il arrive aussi qu'elles fassent appel à des investisseurs providentiels, à des programmes gouvernementaux ou à un placement initial, ou encore à des sources de financement plus traditionnelles (les banques et les membres de la famille, entre autres).

Le climat d'investissement fait souvent en sorte qu'il est difficile d'obtenir des capitaux. Le krach boursier de 1987 s'est révélé une première à ce chapitre pour les entreprises de biotechnologie. Au début de 1992, après qu'un certain nombre de médicaments américains eurent fait l'objet d'essais cliniques infructueux, le climat d'investissement a commencé à se détériorer à nouveau pour les entreprises de biotechnologie (Niosi, 1995, p. 81). L'essor de la technologie et la période de récession vers la fin des années 1990 et au début des années 2000 constitue un autre exemple récent qui illustre bien l'instabilité des marchés financiers avec laquelle les entreprises de biotechnologie doivent composer. Il est désormais essentiel pour toutes les entreprises de biotechnologie de générer des recettes étant donné que le niveau de financement externe a chuté en 2002 à 40 % du niveau observé en 2001 et à 45 % du niveau observé en 2000 (Ernst et Young, 2003).

Il est difficile d'obtenir des capitaux non seulement lorsque le climat d'investissement est morose, mais aussi dans les périodes de prospérité économique, les bailleurs de fonds ayant l'habitude de rationner l'offre de capitaux même pour les technologies prometteuses afin de diminuer leurs risques. Les technologies au stade initial de développement sont davantage susceptibles de faire l'objet de contrats asymétriques, d'où la réticence des bailleurs de fonds à financer des projets d'innovation. On s'attend à ce qu'il existe une relation positive entre l'activité d'innovation et l'offre de capitaux.

### ***Activité de R.-D.***

La R.-D. est souvent considérée comme un élément clé de la croissance de l'activité d'innovation au sein d'une entreprise. Le fait d'investir dans la R.-D. permet à une société d'affecter des ressources matérielles à la recherche et de disposer d'une équipe de chercheurs qui travaille à développer de nouveaux produits ou procédés. L'activité de R.-D. est importante pour créer des innovations de classe internationale (Cozzarin, 2003). Toutefois, elle n'est ni une condition nécessaire ni une condition suffisante pour qu'il y ait innovation (Baldwin, 1997; Akerblom, Viraharju et Leppahti, 1996).

On s'est interrogé sur la façon de mesurer de façon précise l'ensemble de la R.-D. et sur les éléments non mesurables de la R.-D., puis on a exprimé des préoccupations quant à la capacité d'appropriation de la R.-D. Par exemple, les budgets de R.-D. sous-estiment l'activité d'innovation des PME. Contrairement aux grandes entreprises, les PME ne disposent pas d'un budget de R.-D. en bonne et due forme et doivent tabler sur l'adoption de technologies ou encore sur la capacité d'innovation d'une autre entreprise (Tourigny et Le, 2003). Par ailleurs, les PME entreprennent, semble-t-il, moins de R.-D. que les grandes entreprises du fait que les retombées prévues de la R.-D. augmentent selon la taille de la société (Nooteboom, 1991). Enfin, la propension à investir dans la R.-D. est déterminée par l'appropriation par l'entreprise des avantages liés à la R.-D. L'entreprise qui réalise des travaux fructueux de R.-D. n'est pas certaine d'obtenir la rétribution souhaitée pour ses activités d'innovation. Ainsi, l'incapacité de certaines entreprises d'en arriver à une discrimination parfaite par les prix constitue un autre facteur qui risque d'empêcher l'entreprise de récupérer les frais considérables qu'elle a consacrés à la R.-D. (Harabi, 2001). Ces supposées différences dans les caractéristiques structurelles laissent entendre qu'il y a lieu d'examiner de façon plus poussée la relation entre l'activité de R.-D. et l'activité d'innovation. Par conséquent, les variables liées à l'activité de R.-D. (soit les dépenses de R.-D. et le personnel) seront incluses comme variables explicatives dans la régression.

### ***Taille de l'entreprise***

Un volet important de la documentation sur l'innovation est consacré aux incidences de la taille de l'entreprise sur l'activité d'innovation. Cohen et Klepper (1996) prétendent qu'il est avantageux pour les grandes entreprises de faire de la R.-D. et que cette activité leur permet d'avoir un meilleur rendement économique. L'étalement des coûts est la principale raison qui explique les avantages liés à la taille. Il y a toutefois une explication plus poussée au rendement économique accru que produit la R.-D. Les grandes entreprises, qui sont actives sur le plan de la R.-D., s'adonnent à moins de travaux qui font double emploi que les petites entreprises, lesquelles ne connaissent pas les projets de R.-D. de leurs concurrents. Par conséquent, la réduction des chevauchements dans l'activité de R.-D. se traduira par des avantages accrus à ce chapitre pour une industrie ou un secteur<sup>1</sup>.

---

1. La synthèse des effets de la taille de l'entreprise faite par Cohen et Klepper est fondée en partie sur l'ouvrage précurseur de 1942 de Schumpeter. Selon Schumpeter (1942), les grandes entreprises sont avantagées en raison du fait qu'elles possèdent une infrastructure établie de production, de commercialisation et de distribution ainsi que les ressources financières nécessaires pour exploiter les nouvelles technologies. D'autres adeptes plus récents de la théorie voulant que les grandes entreprises possèdent des avantages sur le



Même si la taille de l'entreprise a, croit-on, un effet positif sur l'activité de R.-D., il se peut qu'il n'y ait pas de relation similaire entre cette caractéristique et d'autres mesures de l'activité d'innovation. Cohen et Klepper (1996) concluent que le nombre d'innovations par dollar de R.-D. diminue en fait selon la taille de l'entreprise. Cette situation pourrait être attribuable au fait que les grandes entreprises ont tendance à mener les produits jusqu'aux dernières étapes de la commercialisation, lesquelles sont très coûteuses. Plus récemment, Traore (2004a) a constaté que la souplesse des PME compensait les avantages des grandes entreprises de biotechnologie (celles qui comptent plus de 150 employés) sur le plan de l'étalement des coûts. Compte tenu des incertitudes théoriques relativement à la taille de l'entreprise et à l'activité d'innovation, il importe aussi de constituer et d'inclure des covariables liées à la taille de l'entreprise.

### ***Transferts de PI et passation de marché***

Grâce aux transferts de PI, les réseaux peuvent mettre en commun des ressources en vendant des brevets ou en concluant des contrats de licence ou d'importants contrats d'utilisation. Dans le cas des entreprises axées sur les derniers stades du développement de produits ou de procédés, l'acquisition de droits de PI est un excellent moyen de prolonger leur « pipeline » tout en continuant de se concentrer sur leurs compétences de base. En revanche, certaines entreprises cèdent, sous licence ou autrement, des droits de PI pour générer des recettes ou pour tirer profit de découvertes en dehors de leurs champs de compétence. Certaines entreprises s'intéressent aux travaux de développement uniquement dans le but de céder ou de vendre leurs droits de PI, plutôt que de mener leurs projets à terme, c'est-à-dire jusqu'au stade de la commercialisation.

Une entreprise peut, grâce à des marchés et à des ententes de collaboration, accélérer le développement de produits en se procurant des ressources qu'elle ne possède pas. Peu importe si l'entreprise privilégie la cession ou l'acquisition de droits de PI, ou encore la passation de marchés de PI, il va sans dire qu'il existe un lien positif entre le nombre de produits ou de procédés et ces activités.

### ***Délivrance de brevets***

La relation entre les brevets et l'innovation a fait l'objet de beaucoup de recherches. Les brevets peuvent être considérés comme le produit intermédiaire du processus d'innovation. Cette relation implicite et le fait que les brevets peuvent être facilement mesurés expliquent pourquoi ceux-ci ont souvent été utilisés comme données substitutives de l'innovation. Cependant, les brevets, à l'instar de la R.-D., ne sont ni une condition nécessaire ni une condition suffisante à l'innovation. La protection qu'ils assurent est souvent exagérée et on dispose de peu de données empiriques justificatives (Cohen, 1996). On a établi un lien entre les brevets et les entreprises de biotechnologie en plein essor. Toutefois, selon Niosi (2000), les brevets sont importants pour signaler aux investisseurs en capital de risque une technologie nouvelle ou digne d'intérêt.

---

plan de l'innovation (Kraft, 1989; Bhattacharya et Bloch, 2004) ont renforcé les arguments à cet égard grâce à des recherches empiriques.

Les brevets se sont surtout révélés utiles dans le cas des industries pharmaceutiques (Scherer, 2002). Dans les autres industries, d'autres formes de protection de la PI ont été jugées plus appropriées. Par ailleurs, dans certains secteurs, la délivrance de brevets est peu fréquente. Selon Avermaete et autres (2003), les innovations des petites entreprises de transformation des aliments font rarement l'objet d'un brevet. Cependant, les brevets témoignent d'une certaine capacité d'innovation et devraient, par conséquent, être considérés comme un élément moteur de l'innovation.

### ***Caractéristiques du secteur***

Les produits et les procédés de biotechnologie relèvent de l'agriculture, de l'alimentation, de la santé humaine, de l'environnement et d'autres industries (McNiven, 2001). Les différences sectorielles s'expliquent surtout par les possibilités technologiques et la situation concurrentielle propres à chaque secteur. Selon Cohen (1996), les progrès de la technologie par unité de R.-D. sont plus marqués dans certaines industries où l'environnement est particulièrement axé sur les sciences. En outre, la situation concurrentielle d'une industrie influe sur les différences entre les sous-secteurs. Dans un secteur donné, l'industrie peut être monopolistique ou fortement concentrée ou faire face à une concurrence farouche. On a posé l'hypothèse que les deux types de concurrence (forte ou faible) ont des effets positifs sur l'innovation. Par conséquent, on peut s'attendre à ce que toute étude de l'activité d'innovation intersectorielle fasse ressortir des effets propres à chaque secteur. Il y a donc lieu de constituer des covariables pour tenir compte de ces effets.

### ***Caractéristiques de l'entreprise***

Dans le cas d'une industrie nouvelle comme celle de la biotechnologie, on s'attarde souvent à deux caractéristiques de l'entreprise, c'est-à-dire son âge et son appartenance au secteur public ou privé. On a constaté un lien positif entre l'âge, qui est synonyme d'expérience, et la capacité de créer ou d'innover (Traore, 2004a). On a également laissé entendre que l'âge explique en partie la croissance rapide des entreprises canadiennes de biotechnologie (Niosi, 2000).

Une différence importante entre les sociétés cotées en bourse et les compagnies privées réside dans les priorités des parties intéressées. La société cotée en bourse est responsable en dernier ressort de ses actionnaires, et elle doit classer ses activités par ordre de priorité dans cette perspective. En revanche, une compagnie privée peut déterminer à l'interne ses priorités. En outre, les sociétés cotées en bourse ont aussi tendance à disposer d'un actif de plus grande valeur. Bien que ces deux types d'entreprises aient des avantages, les effets de ces derniers sur l'activité d'innovation sont incertains.

### ***Orientation stratégique***

Les entreprises peuvent concentrer leurs efforts sur le développement à l'étape préliminaire ou la commercialisation à l'étape avancée, ou encore embrasser l'ensemble des activités d'innovation. Bien que la documentation ne dise rien concernant le rôle de ces différentes orientations, il est important de tenir compte des perspectives à l'échelle de l'entreprise, car celles-ci révèlent non seulement les

compétences fondamentales de la société, mais reflètent aussi les décisions stratégiques qu'elle prend consciemment et sa capacité parallèle de gérer le processus d'innovation.

En résumé, la capacité d'innovation des entreprises est tributaire de divers facteurs, notamment la conclusion d'ententes de collaboration, les besoins en capital et l'accès à celui-ci, l'activité de R.-D., la taille de l'entreprise, les transferts et les marchés de PI, la délivrance de brevets, les caractéristiques de l'entreprise et du secteur et l'orientation stratégique de l'entreprise. Dans le présent document, on examine si ces facteurs ont une incidence sur la capacité d'innovation des entreprises canadiennes de biotechnologie et l'on étudie la nature de cette incidence.

## **Modèle empirique**

Pour déterminer l'influence de divers facteurs sur l'innovation dans l'industrie canadienne de la biotechnologie, il faut d'abord pouvoir mesurer l'innovation. Les deux mesures les plus courantes sont l'activité de R.-D. (Hamberg, 1964; Scherer, 1991) et les statistiques sur l'enregistrement des brevets (Griliches, 1990; Scherer, 1965). Dans le cadre d'études canadiennes récentes, on a mis l'accent sur la mesure de l'innovation en classant une entreprise comme innovatrice ou non innovatrice (Baldwin et Sabourin, 1999) ou en tenant compte du nombre de produits ou de procédés en développement (Traore et Rose, 2003; Traore, 2004a).

Aux fins de la présente analyse, on distingue deux facteurs importants quant au choix de l'indicateur de mesure de l'innovation : 1) la disponibilité des données et 2) les caractéristiques propres à l'industrie. Même s'il existe de riches antécédents statistiques relativement aux dépenses de R.-D. et aux brevets, leurs lacunes ont été fréquemment décriées dans la documentation sur l'innovation (voir par exemple Brouwer et Kleinknecht, 1997; Kleinknecht, Van Montfort et Brouwer, 2002). La plus grande lacune que présentent ces indicateurs de mesure de l'innovation est l'incapacité de lier les mesures à un résultat final (c.-à-d. un produit ou un procédé commercialisé). De plus, le fait de définir l'innovation comme un processus qui résulte en un produit ou un procédé nouveau ou nettement amélioré (Organisation de coopération et de développement économiques, 1992) témoigne de l'importance de mesurer l'innovation au stade le plus avancé possible de la commercialisation. Cela implique de tenir compte des produits ou des procédés tant avant qu'après la mise en marché.

Dans le cas d'industries comme celle de la biotechnologie où il y a absence d'intégration, il est important de tenir compte des produits ou des procédés qui en sont à des stades de développement préalables à la mise en marché. Comme il a été mentionné précédemment, l'entreprise qui ne peut mener son produit jusqu'au bout du processus du développement devra se contenter de le développer jusqu'à un certain stade et de vendre ou de céder sous licence sa technologie avant d'être en mesure de la commercialiser. Si l'on se concentre uniquement sur les produits sur le marché, on se trouve à exclure les entreprises qui sont orientées vers l'étape préliminaire du processus de développement et qui ne mettent jamais de produits en marché. Cependant, ces entreprises représentent d'importantes sources d'idées et de produits pour les grandes entreprises intégrées ou axées sur l'étape avancée du développement.

L'inclusion de produits ou de procédés aux divers stades de développement permet d'obtenir un indicateur de mesure de l'innovation qui tient compte des entreprises innovatrices dont l'activité est orientée vers les stades préliminaires du développement de produits ou de procédés.

Compte tenu des données disponibles et des caractéristiques propres à l'industrie canadienne de la biotechnologie, l'indicateur le plus pertinent de l'activité d'innovation d'une entreprise est le nombre total de produits ou de procédés aux divers stades de développement<sup>2</sup>. Traore (2004a) a suivi cette approche. S'appuyant sur ses travaux, on élargit la stratégie de modélisation afin de tenir compte non seulement du nombre total de produits aux divers stades du spectre de l'innovation (c.-à-d. avant et après la mise en marché), mais aussi du nombre de produits des entreprises orientées vers l'étape préliminaire ou vers l'étape avancée du processus de développement. Une telle analyse permet de déterminer si différents éléments moteurs de l'innovation ont un effet différentiel d'un bout à l'autre du spectre de l'innovation.

La relation entre le nombre de produits ou de procédés que possède une entreprise (soit au total, soit à l'étape préliminaire ou avancée du processus d'innovation) et les mesures liées aux éléments moteurs de l'innovation est illustrée à l'aide de l'équation (1) ci-dessous. Ici, le logarithme naturel du nombre de produits est mis en régression par rapport aux covariables qui sont directement liées aux éléments moteurs de l'innovation :

$$\begin{aligned}
 \ln(N_i) = & \beta_0 + \beta_1 \text{Burnrate}_i + \beta_2 \text{RDemp}_i + \beta_3 \text{OtherEmp}_i + \beta_4 \text{ExPatent}_i \\
 & + \beta_5 \text{CapitalRaised}_i + \beta_6 \text{IPgrant}_i + \beta_7 \text{IPacq}_i + \beta_8 \text{TotCol}_i \\
 & + \beta_9 \text{RDcontracts}_i + \beta_{10} \text{Regcontracts}_i + \beta_{11} \text{Early}_i + \beta_{12} \text{Late}_i \\
 & + \beta_{13} \text{Firmage}_i + \beta_{14} \text{PriPub}_i + \beta_{15} \text{Size1}_i + \beta_{16} \text{Size2}_i + \beta_{17} \text{Agbio}_i \\
 & + \beta_{18} \text{Foodpro}_i + \beta_{19} \text{HuHeal}_i + \varepsilon_i.
 \end{aligned} \tag{1}$$

Dans l'équation 1,  $\ln(N_i)$  est le logarithme naturel du nombre de produits ou de procédés de la  $i^{\text{e}}$  entreprise. Le taux d'absorption des capitaux,  $\text{Burnrate}_i$ , défini comme le ratio entre les recettes de la biotechnologie et les dépenses de R.-D. en

---

2. Des réserves ont été formulées quant à l'utilisation de cette mesure, puisque celle-ci ne tient pas compte de la valeur de l'innovation. Malgré les multiples tentatives visant à concevoir un schéma de valeurs pour les innovations en employant des termes comme « innovation radicale », « innovation supplémentaire » ou « innovation discontinue », aucun consensus ne s'est dégagé (Garcia et Calantone, 2002). Le concept retenu par Statistique Canada et utilisé dans le cadre de l'Enquête sur l'innovation de 1999 définit une innovation comme une première mondiale, une première canadienne et une première pour l'entreprise. Toutefois, cette définition n'a pas été utilisée dans le cadre de l'EUDB. Il serait très important de parvenir à mesurer la valeur d'une innovation, car cela permettrait d'attribuer un poids à chaque produit ou procédé. La reconnaissance de cette limite et de la nécessité d'élaborer un schéma de valeurs cohérent et unique pour les innovations constitue un volet supplémentaire de l'ensemble de la recherche actuelle sur l'innovation.

biotechnologie, est lié à l'élément moteur des besoins en capital; on pose l'hypothèse que le taux d'absorption des capitaux a un effet positif.

On a inclus le ratio entre le nombre d'employés ayant des responsabilités liées à la R.-D. en biotechnologie et le nombre total d'employés ( $RDemp_i$ ) comme mesure relative de l'intensité de la R.-D. au sein de l'entreprise. En outre, on a inclus le ratio entre le nombre d'employés n'ayant pas de responsabilités liées à la R.-D. en biotechnologie et le nombre total d'employés ( $OtheEmp_i$ ) pour tenir compte de leur rôle dans le soutien de la R.-D. Les employés n'ayant pas de responsabilités liées à la R.-D. ont en fait un rôle de soutien important en matière de R.-D. (finances, commercialisation, gestion, production, entre autres, pour les produits et les procédés de biotechnologie) et pourraient travailler à améliorer l'efficacité de la R.-D. et à accroître la capacité d'innovation de l'entreprise. On pose l'hypothèse que  $RDemp_i$  et  $OtheEmp_i$  ont chacun des effets positifs.

Le nombre de brevets existants,  $ExPatent_i$ , rend compte du rôle des brevets en tant qu'élément moteur de l'innovation, et on présume que celui-ci a un effet positif. Un autre élément moteur lié au capital,  $CapitalRaised_i$ , permet de mesurer la valeur monétaire des capitaux obtenus par l'entreprise à des fins biotechnologiques. On s'attend à ce qu'il ait, lui aussi, un effet positif. Le rôle des transferts de PI est mesuré grâce à  $IPgrant_i$  et à  $IPacq_i$ , qui indiquent, respectivement, si une entreprise cède ou acquiert des droits de PI.  $IPgrant_i$  ( $IPacq_i$ ) est une variable nominale qui attribue une valeur de 1 à l'entreprise qui cède (acquiert) des droits de PI. On présume que l'une et l'autre de ces variables nominales ont un effet positif, conformément à l'idée qu'on se fait du rôle des transferts de PI. On suppose également que le nombre d'ententes de collaboration ont un effet positif, lequel est exprimé au moyen de  $TolCol_i$ . L'effet de la passation de marchés de R.-D. et de marchés relatifs aux essais cliniques ou à la réglementation — qui est lié aux transferts et aux marchés de PI — est pris en compte grâce aux variables  $RDcontracts_i$  et  $Regcontracts_i$ , respectivement, lesquelles mesurent la valeur monétaire de ces activités. On présume que ces variables, à l'instar de celles liées à la PI, ont un effet positif sur l'activité d'innovation.

On a recours à deux variables nominales,  $Early_i$  et  $Late_i$ , pour rendre compte de l'orientation stratégique de l'entreprise.  $Early_i$  est égale à 1 si tous les produits de l'entreprise s'inscrivent dans les deux premiers stades du processus d'innovation; si cela n'est pas le cas,  $Early_i$  est égale à 0.  $Late_i$  est égale à 1 si tous les produits et les procédés de l'entreprise s'inscrivent dans les deux dernières étapes; autrement,  $Late_i$  est égale à 0. Les variables liées à l'étape préliminaire et à l'étape avancée sont comparées aux entreprises à vocation universelle, qui sont définies comme étant les entreprises qui ne sont axées ni sur l'étape préliminaire ni sur l'étape avancée. La relation est incertaine entre, d'une part, les entreprises axées sur l'étape préliminaire, les entreprises axées sur l'étape avancée et les entreprises à vocation universelle et, d'autre part, leur incidence sur l'activité d'innovation de l'entreprise.

$FirmAge_i$ , qui sert à mesurer l'âge de l'entreprise (en années en 2001), et  $PriPub_i$ , variable nominale dont la valeur est de 1 si la société est cotée en bourse, constituent

d'autres variables propres à l'entreprise. On présume qu'il existe une relation positive entre l'âge de l'entreprise et l'activité d'innovation (l'âge étant généralement synonyme d'expérience, un élément qui peut faciliter l'innovation); par ailleurs, on présume que la nature de la propriété a un effet incertain. On a inclus des variables nominales liées à la taille de l'entreprise pour indiquer s'il s'agit d'une petite entreprise ( $Size1_i$ ) ou d'une entreprise de taille moyenne ( $Size2_i$ ).  $Size1_i$  est égale à 1 si l'entreprise compte moins de 50 employés; si cela n'est pas le cas,  $Size1_i$  est égale à 0.  $Size2_i$  équivaut aussi à 1 si l'entreprise a entre 50 et 150 employés; autrement,  $Size2_i$  est égale à 0. Les grandes entreprises, qui constituent le secteur de référence, sont celles ayant plus de 149 employés. En raison des résultats incohérents et contradictoires des tentatives empiriques précédentes, l'effet de la taille de l'entreprise est incertain.

Enfin, on a inclus des variables nominales propres au secteur afin de restreindre le champ d'intérêt aux secteurs suivants : biotechnologie agricole, biotechnologie alimentaire et biotechnologie de la santé humaine.  $Agbio_i$  ( $FoodPro_i$ ,  $HuHeal_i$ , respectivement) est égale à 1 si la majorité des produits de l'entreprise s'inscrivent dans le secteur de la biotechnologie agricole (biotechnologie alimentaire, biotechnologie de la santé humaine, respectivement) et à 0 autrement. Le secteur de référence (« autre ») est constitué des entreprises des secteurs des ressources naturelles, de l'environnement, de l'aquaculture et de la bioinformatique. On pose l'hypothèse que la relation est positive dans le cas de la biotechnologie agricole et les coefficients de la biotechnologie de la santé humaine, car ces industries reposent sur la haute technologie. En revanche, on présume que la relation est négative dans le cas du secteur de la biotechnologie alimentaire, celui-ci ne faisant pas tellement appel à la haute technologie.

## Données et estimation

Les données utilisées dans la présente analyse proviennent de l'Enquête sur l'utilisation et le développement de la biotechnologie (EUDB) de 2001 de Statistique Canada. Afin de repérer les entreprises qui entreprennent de la R.-D. en biotechnologie, on a appliqué un processus de sélection. On a fait parvenir un questionnaire d'une page à 11 262 entreprises. Le taux de réponse a été de 70 %. Les entreprises ayant indiqué qu'elles utilisaient ou développaient des produits ou des procédés de biotechnologie ont reçu par la suite un autre questionnaire. Ce deuxième questionnaire a été expédié à 900 entreprises, et 646 d'entre elles ont retourné le questionnaire dûment rempli. Finalement, 253 entreprises ont déclaré s'adonner à des activités de développement de produits ou de procédés de biotechnologie; si l'on tient compte de la non-réponse, on estime la population à 375 (Traore, 2004b).

Les questions posées dans le deuxième questionnaire portaient sur des sujets allant des biotechnologies particulières utilisées par l'entreprise au nombre de produits ou de procédés qu'elle avait en développement, en passant par des caractéristiques plus traditionnelles telles que l'âge de l'entreprise, les stratégies commerciales de cette

dernière, et le secteur dont elle faisait partie<sup>3</sup>. On a aussi fourni aux entreprises une définition de la biotechnologie tirée d'une liste afin de leur permettre de déterminer à laquelle des 19 catégories elles appartenaient<sup>4</sup>. Dans le tableau 1, on présente les statistiques descriptives pour diverses variables dépendantes et indépendantes.

Aux fins de l'analyse empirique, on a appliqué la méthode des moindres carrés ordinaires (MCO) aux données normalisées contenues dans l'Ensemble des programmes statistiques relatifs aux sciences sociales (SPSS) pour élaborer les hypothèses du modèle de régression linéaire classique et estimer les modèles<sup>5</sup>. Plus précisément, le modèle de régression comportait des coefficients linéaires, avait un terme d'erreur additif et était bien spécifié. Le terme d'erreur était distribué normalement avec une moyenne nulle ( $E[\varepsilon] = 0$ ); une variance constante ( $\text{Var}[\varepsilon] = 0$ ); et des observations de termes d'erreur non corrélés ( $\text{Cov}[\varepsilon_i, \varepsilon_j] = 0$  for all  $i, j$ ). L'omission de termes d'interaction est une lacune du modèle, mais on a fait ce choix dans le but de préserver les degrés de liberté.

## Résultats empiriques

On a estimé quatre modèles différents. La différence réside dans le sous-ensemble d'entreprises utilisé pour faire les estimations. Dans le premier cas, toutes les entreprises ont été incluses dans le modèle de régression (d'où le nom de « modèle général »). Ensuite, on a réparti les données entre trois sous-ensembles d'entreprises s'excluant mutuellement, définis en fonction de la « vocation » (entreprises axées sur l'étape préliminaire, entreprises axées sur l'étape avancée ou entreprises à vocation universelle). On a ensuite appliqué le modèle à ces trois sous-ensembles en supprimant les variables liées à l'orientation stratégique.

Dans le tableau 2, on présente les résultats pour le modèle général. Le test d'hétéroscédasticité de White (1980) indique le rejet de l'hypothèse nulle des erreurs hétéroscédastiques au niveau de signification de 5 %. L'hypothèse nulle conjointe des coefficients à pente nulle a également été rejetée au niveau de signification de 1 %, tandis que le  $R^2$  corrigé était de 0,353. En ce qui concerne les covariables significatives, la valeur à l'origine (0 dans le modèle de régression normalisé) est significative au niveau de signification de 1 %. Il en va de même pour le coefficient de la variable nominale liée aux entreprises de taille moyenne (Size2). Cela laisse entendre que les entreprises de taille moyenne (ayant entre 50 et 150 employés) sont

- 
3. Aux fins de l'enquête, on a classé les entreprises dans sept secteurs : agriculture, transformation des produits alimentaires, santé humaine, ressources naturelles, environnement, aquaculture et bioinformatique.
  4. Ces 19 catégories de biotechnologie sont réparties en cinq grands blocs. On a inclus une catégorie supplémentaire (catégorie « autre ») comprenant la bioinformatique et les nanobiotechnologies, puis on a laissé de l'espace pour permettre d'inscrire des biotechnologies qui ne figuraient pas dans la liste.
  5. D'aucuns peuvent s'interroger sur l'utilisation de la méthode des MCO pour estimer le modèle spécifié. En théorie, on devrait tenir compte du fait que les données sont des données de dénombrement. Cependant, il y a lieu de noter que, tout comme Traore (2004), on a procédé à une transformation non linéaire pour convertir ces valeurs entières en nombres réels. De plus, aucune des observations dans les divers modèles ne correspondait à un chiffre de 0, et les données ont été normalisées en soustrayant leur moyenne et en divisant les résultats par leur écart type. Par conséquent, les effets possibles du recours à la méthode des MCO devraient être réduits au minimum.

plus actives que les grandes entreprises dans le domaine de l'innovation. Le débat entourant la taille des entreprises gravite autour du caractère entrepreneurial des petites entreprises qui manquent cruellement de ressources et du caractère bureaucratique des grandes entreprises. Les entreprises de taille moyenne peuvent encore conserver leur caractère entrepreneurial tout en disposant de plus de ressources que les petites entreprises et en étant moins bureaucratisées que les grandes. Par ailleurs, il se peut qu'elles ne s'intéressent pas aux derniers stades de la commercialisation, qui sont très coûteux. Dans l'économie mondiale d'aujourd'hui, les entreprises de taille moyenne peuvent se tailler une place dans l'arène internationale, mais elles peuvent aussi répondre aux marchés à créneaux des consommateurs canadiens.

Le nombre d'ententes de collaboration que l'entreprise a conclues (variable « nombre d'ententes de collaboration » dans le tableau 2) est lui aussi significatif au niveau de signification de 1 % et est précédé d'un signe positif, ce qui indique que le nombre d'ententes de collaboration est en corrélation positive avec l'activité d'innovation.

Des coefficients significatifs et positifs ont été estimés pour les variables nominales liées à la cession ou à l'acquisition de droits de PI (nombre de droits de PI accordés et nombre de droits de PI acquis). L'acquisition de droits de PI a le même effet que les ententes de collaboration : elle permet d'accroître les connaissances internes en faisant appel à des sources externes. En acquérant des droits de PI, l'entreprise peut augmenter le nombre de ses produits en voie de développement. En cédant des droits de PI, l'entreprise peut accroître sa crédibilité tout en améliorant ses chances d'obtenir de nouvelles ressources. Si les droits de PI sont cédés sous licence, les recettes obtenues peuvent accroître les ressources que l'entreprise est à même de consacrer à l'activité d'innovation.

Parmi les variables nominales liées au secteur, seule celle correspondant au secteur de la biotechnologie agricole (variable nominale de la biotechnologie agricole) était significative. Il s'agit d'une variable positive. Les variables nominales correspondant à la biotechnologie alimentaire (variable nominale de la biotechnologie alimentaire) et à la biotechnologie de la santé humaine (variable nominale de la biotechnologie de la santé humaine), pour lesquelles on dénombrait 48 et 197 entreprises, respectivement, avaient un niveau de signification tout juste au-delà de 10 %; elles avaient également un coefficient positif. Par conséquent, comparativement au secteur « autre », le secteur de la biotechnologie agricole était plus actif sur le plan de l'activité d'innovation, ce qui semble être un résultat naturel étant donné que les entreprises de biotechnologie agricole, surtout celles qui se spécialisent dans les biotechnologies végétales, produisent un grand nombre de produits ou de procédés, ou encore de variétés présentant des différences minimes.

Dans le cas du modèle général, les derniers résultats significatifs ont trait aux variables nominales liées à l'orientation stratégique. Les variables nominales liées à l'étape préliminaire ou à l'étape avancée sont significatives au niveau de signification de 1 %, mais négatives. Par rapport aux entreprises à vocation universelle, les sociétés dont l'activité est stratégiquement axée sur l'étape préliminaire ou sur l'étape avancée possèdent moins de produits. Bien que ces résultats montrent l'importance d'avoir une vocation universelle, une telle stratégie n'est peut-être pas possible dans le cas des entreprises ayant des ressources limitées. Par ailleurs, des changements aux politiques



et aux marchés peuvent s'avérer nécessaires pour éliminer les obstacles qui empêchent une entreprise de mener ses produits jusqu'à un certain stade de développement.

Le fait que les variables nominales correspondant aux étapes préliminaire et avancée soient significatives met en évidence les résultats des analyses portant sur les sous-ensembles d'entreprises qui font partie de ces deux catégories, ainsi que sur le sous-ensemble des entreprises à vocation universelle. On a estimé l'équation 1 à l'aide des données relatives à ces trois sous-ensembles, en excluant les variables nominales correspondant aux étapes préliminaire et avancée. Dans le tableau 2, on présente les résultats pour ces trois modèles, sous les catégories « entreprises axées sur l'étape préliminaire », « entreprises à vocation universelle » et « entreprises axées sur l'étape avancée ». Il convient de noter, à titre d'information, que les totaux correspondant aux trois catégories d'entreprises sont de 168, 160 et 47, respectivement.

Le  $R^2$  corrigé de ces modèles varie entre 0,085 (sous-ensemble d'entreprises axées sur l'étape avancée) et 0,387 (sous-ensemble d'entreprises à vocation universelle). L'hypothèse nulle conjointe voulant que les coefficients estimatifs des pentes égalent 0 est rejetée au niveau de signification de 1 %, sauf dans le cas des entreprises axées sur l'étape avancée. On n'a pu rejeter cette hypothèse nulle dans le cas de la régression portant ces entreprises, vraisemblablement en raison des degrés de liberté limités présents dans cette régression. À cause des degrés de liberté limités qu'il convenait d'utiliser pour les sous-échantillons de données, le test d'hétéroscédasticité de White n'a pas été appliqué.

Par rapport au nombre de coefficients significatifs dans chacun des trois modèles, les résultats laissent entrevoir certaines observations intéressantes. Dans le cas du modèle axé sur l'étape préliminaire, les coefficients liés au nombre de droits de PI acquis et à l'âge de l'entreprise étaient significatifs (et positifs) au niveau de signification de 1 %, tandis que le coefficient lié à la variable nominale de la biotechnologie de la santé humaine était significatif (et positif) au niveau de signification de 10 %. Les résultats obtenus pour la variable « âge de l'entreprise » indiquent que les entreprises établies depuis longtemps qui font partie de la catégorie des entreprises axées sur l'étape préliminaire sont plus en mesure d'innover, situation qui tient peut-être au fait qu'elles ont eu plus de temps pour trouver leur créneau dans cette industrie fragmentée qu'est la biotechnologie. Le signe pour la variable nominale de la biotechnologie de la santé humaine (qui indique que les entreprises dans ce secteur ont plus de produits que celles de la catégorie « autre ») n'est pas étonnant. Les entreprises du secteur de la santé axées sur l'étape préliminaire ont souvent une multitude de produits en cours de développement. L'envergure des activités de développement témoigne du fait que, dans le secteur de la santé, il faut faire de nombreuses tentatives avant de trouver un médicament fructueux.

Le deuxième modèle d'orientation stratégique fondé sur l'EUIDB de 2001 est celui orienté vers les entreprises à vocation universelle. Le modèle d'entreprise des 168 sociétés faisant partie de cette catégorie englobe tous les aspects du développement d'un produit ou d'un procédé. Les résultats du modèle général donnent à penser que les entreprises à vocation universelle sont plus actives sur le plan de l'innovation, si l'on en juge par le nombre de produits ou de procédés en développement. Les coefficients pour les variables liées à la taille moyenne, à la

cession de droits de PI, à l'acquisition de droits de PI et à la biotechnologie agricole sont significatives au niveau de signification de 1 % et positives, tandis que les variables liées à l'âge de l'entreprise sont elles aussi positives et significatives au niveau de signification de 5 %. Tout comme dans le cas de la régression portant sur les entreprises axées sur l'étape préliminaire, ces résultats montrent bien l'importance de l'expérience dans le façonnement de l'activité d'innovation.

Dans le modèle représentant les entreprises axées sur l'étape avancée, la variable liée au nombre d'ententes de collaboration affichait un coefficient significatif (au niveau de signification de 1 %) et positif. En revanche, la variable nominale de la biotechnologie de la santé humaine était négative et significative (au niveau de signification de 5 %). Le premier résultat témoigne de l'importance des ententes de collaboration comme moyen d'amener des produits dans le « pipeline » des entreprises axées sur l'étape avancée. Le résultat pour la variable nominale de la biotechnologie de la santé humaine n'est pas étonnant puisque les entreprises peuvent seulement mener quelques produits jusqu'aux étapes finales de la commercialisation, qui sont très coûteuses.

## **Résumé et conclusion**

La présente analyse visait à comprendre les facteurs qui déterminent l'activité d'innovation dans le secteur canadien de la biotechnologie. À cette fin, on a élaboré un modèle où le logarithme naturel du nombre de produits ou de procédés d'une entreprise aux différents stades du spectre de l'innovation a fait l'objet d'une régression fondée sur un ensemble de variables correspondant aux déterminants de l'innovation : la capacité de R.-D., l'accès à des connaissances externes, les besoins en capital et l'utilisation de celui-ci, les caractéristiques de l'entreprise et du secteur, ainsi que l'orientation stratégique de l'entreprise.

Dans l'ensemble, les résultats montrent bien l'importance des ententes de collaboration, des transferts de PI, de la taille et de l'âge de l'entreprise ainsi que de son appartenance au secteur de la biotechnologie agricole ou à celui de la biotechnologie de la santé humaine. En règle générale, ces facteurs contribuaient tous à accroître le nombre de produits ou de procédés qui étaient soit en développement, soit soumis à des essais cliniques ou au processus d'approbation réglementaire, soit sur le marché. Seule l'orientation de l'entreprise vers l'étape préliminaire (développement) ou avancée (commercialisation) du processus d'innovation avait un effet négatif sur le nombre de produits. Les entreprises qui s'adonnaient à toutes les activités d'innovation avaient généralement plus de produits que celles qui orientaient leurs activités uniquement dans le domaine du développement ou dans celui de la réglementation ou de la commercialisation.

Les conclusions de cette analyse sont une contribution à la recherche sur l'innovation et au secteur naissant de la biotechnologie au Canada. Au fur et à mesure que ce secteur évoluera, il demeurera nécessaire de comprendre, tant du point de vue de l'entreprise que sur le plan de la stratégie, les facteurs qui influent sur l'activité d'innovation et le développement de nouveaux produits ou procédés. Par suite de la réorientation de l'agriculture canadienne de la production vers des initiatives en

bioéconomie, il faudra poursuivre la recherche théorique ou appliquée dans ce domaine.

La reconnaissance de certains des résultats cohérents qui figurent dans cette analyse offre des possibilités bien ciblées pour les décideurs. L'amélioration de la compétence des entreprises en matière de création d'alliances, qu'il s'agisse d'alliances en bonne et due forme ou fondées sur un partage des droits de PI, renforcera leur capacité de développer de nouveaux produits ou procédés. En outre, les adaptations qui seront apportées aux politiques dans l'intérêt des PME, ainsi que la création de PME, profiteront à l'industrie canadienne de la biotechnologie. Une autre initiative possible des décideurs consiste à favoriser les politiques qui permettront aux entreprises de mener, si elles le désirent, leurs produits ou leurs procédés jusqu'au bout de la chaîne de valeur. Les résultats de l'analyse montrent que les entreprises à vocation universelle participent davantage à l'activité d'innovation, ce qui donne à penser que les politiques devraient être façonnées de façon à permettre aux entreprises de mener leurs produits jusqu'au bout du processus de développement. L'habilitation à aller plus loin dans le développement de produits se traduira par d'importantes retombées pour l'industrie sans soumettre les entreprises à des pressions pour qu'elles changent d'orientation. Quant aux entreprises axées sur l'étape préliminaire du développement qui sont satisfaites de leur orientation actuelle, elles pourront continuer d'orienter leurs activités vers l'étape préliminaire et de générer des idées

On ne devrait pas laisser aux seuls décideurs le soin de se pencher sur les conséquences de cette analyse. Les dirigeants des entreprises de biotechnologie devraient chercher énergiquement de nouveaux moyens d'accroître leurs activités. Il peut certes être fort avantageux pour eux de chercher à conclure des ententes de collaboration, de céder ou d'acquérir des droits de PI et d'améliorer les compétences internes de leur entreprise afin qu'elle puisse participer à un plus grand nombre d'étapes. Comme les entreprises doivent constamment prendre des décisions en vue d'accroître leurs bassins de connaissances grâce à des ententes de collaboration, à des transferts de PI ou à l'intégration verticale, leurs dirigeants devraient connaître les avantages et les inconvénients liés à la recherche d'une stratégie quelconque de collaboration. Les dirigeants des entreprises de biotechnologie peuvent tirer profit des réseaux de collaboration de multiples façons, dans la mesure où ceux-ci sont bien organisés.

Pour les entreprises de biotechnologie du Canada, les résultats de la présente analyse sont une preuve à l'appui des déterminants de l'activité d'innovation. Comme l'analyse porte sur l'année 2001, il y a lieu d'interpréter les résultats avec prudence, car ceux-ci sont susceptibles de changer au fil du temps. L'industrie de la biotechnologie est importante au Canada pour de nombreuses raisons. La transformation de la société canadienne en une économie fondée sur le savoir offre aux industries fondées sur les connaissances comme celle de la biotechnologie l'occasion de prendre de l'essor. Le fait de se doter d'installations et de technologies de pointe permettra aux Canadiens de maintenir leur niveau de vie élevé, tout en tentant d'infléchir le traitement des enjeux sociaux à l'échelle internationale. Le secteur de la biotechnologie a démontré qu'il pouvait mettre au point des technologies susceptibles de sauver des vies, et les Canadiens devraient saisir la possibilité qui s'offre à eux d'accroître leur rôle dans ces initiatives. L'essor de l'industrie de la biotechnologie et les analyses statistiques éclairées à son sujet permettront

d'améliorer de façon continue les connaissances et les possibilités pour toutes les parties intéressées.

La présente analyse, dont les objectifs ont été atteints, porte sur un aspect de la recherche économique que l'on étudie depuis longtemps, l'activité d'innovation. Cette analyse a grandement contribué à comprendre l'innovation dans l'industrie en examinant ce phénomène grâce à différentes mesures et en évaluant comment divers facteurs influent sur cet aspect de l'innovation. Dans les années à venir, la recherche sur l'innovation prendra de l'expansion au même rythme que l'offre et la demande de nouveaux produits et procédés.

## Bibliographie

AKERBLOM, M., M. VIRTAHARJU et A. LEPPAAHTI. 1996, « Comparaison des enquêtes sur la R.-D., des enquêtes sur l'innovation et des statistiques sur les brevets sur la base de données finlandaise », *Innovation, brevets et stratégies technologiques*, Paris, Organisation de coopération et de développement économiques.

AVERMATE, T., J. VIAENE, E.J. MORGAN et N. CRAWFORD. 2003, « Determinants of Innovation in Small Food Firms », *European Journal of Innovation Management*, vol. 6, n° 1, p. 8 à 17.

BALDWIN, J.R. 1997, « Importance de la recherche et du développement sur l'aptitude à innover des petites et des grandes entreprises manufacturières canadiennes », *Direction des études analytiques*, produit n° 11F0019MIF au catalogue de Statistique Canada, Ottawa. Document de recherche n° 107.

BALDWIN, J.R. et D. SABOURIN. 1999, « L'activité innovatrice dans les établissements canadiens de transformation des aliments : l'importance des pratiques d'ingénierie », *Direction des études analytiques*, produit n° 11F0019MIF au catalogue de Statistique Canada, Ottawa. Document de recherche n° 101.

BAUM, J.A.C., T. CALABRESE et B.S. SILVERMAN. 2000, « Don't Go It Alone: Alliance Network Composition and Startups' Performance in Canadian Biotechnology », *Strategic Management Journal*, vol. 21, n° 3, p. 267 à 294.

BHATTACHARYA, M. et H. BLOCK. 2004, « Determinants of Innovation », *Small Business Economics*, Vol. 22, n° 2, p. 155-162.

BLIND, K. 2004, « Can Regulation be Good for Innovation? », *EuroAbstracts*, vol. 42, n° 2, p. 8 à 9.

BROUWER, E. et A. KLEINKNECHT. 1997, « Measuring the Unmeasurable: A Country's Non-R&D Expenditure on Product and Service Innovation », *Research Policy*, vol. 25, n° 8, p. 1235 à 1242.

COHEN, W. 1996, « Empirical Studies of Innovative Activity », *The Handbook of the Economics of Technological Change*, publié sous la direction de P. Stoneman, Oxford, Basil Blackwell, p. 182 à 264.

COHEN, W.M. et S. KLEPPER. 1996, « Firm Size and the Nature of Innovation Within Industries: The Case of Process and Product R&D », *The Review of Economics and Statistics*, vol. 78, n° 2, p. 232 à 243.

COZZARIN, B.P. 2004, « Innovation Quality and Manufacturing Firms' Performance in Canada. », *Economics of Innovation and New Technology*, vol. 13, n° 3, p. 199 à 216.

DEEDS, D.L. et C.W.L. HILL. 1996, « Strategic Alliances and the Rate of New Product Development: An Empirical Study of Entrepreneurial Biotechnology Firms », *Journal of Business Venturing*, vol. 11, n° 1, p. 41 à 55.

- ERNST ET YOUNG. « Crunch Time for Canadian Biotech-Ernst and Young Report Reveals an Industry Both Struggling and Succeeding », *Ernst and Young Press Release*. Juin 2003.
- FORUM ÉCONOMIQUE MONDIAL. 2005, *Rapport sur la compétitivité internationale 2004-2005*, Genève, Suisse.
- GARCIA, R. et R. CALANTONE. 2002, « A Critical Look at Technological Innovation Typology and Innovativeness Terminology: A Literature Review », *The Journal of Product Innovation Management*, vol. 19, n° 2, p. 110 à 132.
- GRILICHES, Z. 1990, « Patent Statistics as Economics Indicators », *Journal of Economic Literature*, vol. 28, n° 4, p. 1661 à 1707.
- HAMBERG, D. 1964, « Size of Firm, Oligopoly and Research: The Evidence », *Canadian Journal of Economics and Political Science*, vol. 30, n° 1, p. 62 à 75.
- HARABI, N. 2001, « The Impact of Vertical R&D Cooperation on Firm Innovation: An Empirical Investigation », *Economics of Innovation and New Technology*, vol. 11, n° 2, p. 93 à 108.
- INDUSTRIE CANADA. 2000, *Profil économique du secteur canadien de la biotechnologie*, Équipe de recherche et d'analyse, Direction générale des sciences de la vie, Ottawa.
- KLEINKNECHT, A., K. VAN MONTFORT et E. BROUWER. 2002, « The Non-Trivial Choice Between Innovation Indicators », *Economics of Innovation and New Technology*, vol. 11, n° 2, p. 109 à 121.
- KRAFT, K. 1989, « Market Structure, Firm Characteristics and Innovative Activity », *The Journal of Industrial Economic*, vol. 37, n° 3, p. 329 à 336.
- MCNIVEN, C. 2001, « L'utilisation et le développement de la biotechnologie — 1999 », *Division des sciences, de l'innovation et de l'information électronique*, produit n° 88F0006XIF au catalogue de Statistique Canada, Ottawa. Document de travail n° 7.
- MCNIVEN, C., L. RAOUB et N. TRAORE. 2003, « Caractéristiques des entreprises canadiennes innovatrices en biotechnologie : résultats de l'Enquête sur l'utilisation et le développement de la biotechnologie — 2001 », *Division des sciences, de l'innovation et de l'information électronique*, produit n° 88F0006XIF au catalogue de Statistique Canada, Ottawa. Document de travail n° 5.
- NIOSI, J. 1995, *Vers l'innovation flexible : les alliances technologiques dans l'industrie canadienne*, Presses de l'Université de Montréal, Montréal.
- NIOSI, J. 2000, « Comment expliquer la croissance rapide parmi les entreprises canadiennes de biotechnologie? », *Projet de remaniement des sciences et de la technologie*, produit n° 88F0017MIF au catalogue de Statistique Canada, Ottawa. Document de recherche n° 8.

NOOTEBOOM, B. 1991, « Entry, Spending and Firm Size in a Stochastic R&D Race », *Small Business Economics*, vol. 3, p. 103 à 120.

ORGANISATION DE COOPÉRATION ET DE DÉVELOPPEMENT ÉCONOMIQUES (OCDE). 1992, *Manuel d'Oslo : principes directeurs proposés pour le recueil et l'interprétation des données sur l'innovation technologique*, Paris.

SCHERER, F.M. 1965, « Firm Size, Market Structure, Opportunity, and the Output of Patented Innovations », *The American Economic Review*, vol. 55, n° 5, p. 1097 à 1125.

SCHERER, F.M. 2002, « The Economics of Human Gene Patents », *Academic Medicine*, vol. 77, n° 12, p. 1348 à 1367. Adresse Internet : [www.aamc.org/research/sloan/scherer.pdf](http://www.aamc.org/research/sloan/scherer.pdf)

SCHERER, F.M. et D. ROSS 1990, « Industrial Market Structure and Market Performance », 3e éd., Houghton Mifflin & Co. : Boston.

SCHUMPETER, J. 1942, *Capitalisme, socialisme et démocratie*, Harper, New York.

SPARLING, D., et M. VITALE. 2003, *Australian Biotechnology: Do Perceptions and Reality Meet?*, Report to the Australian Stock Exchange on biotechnology IPOs 1998-2002.

ASSOCIATED PRESS. 2005, « Chinese Farmers Benefit from GM Rice », *The Globe and Mail*, 28 avril.  
Adresse Internet : [www.theglobeandmail.com/servlet/story/RTGAM.20050428.wrice0428/EmailBNStory/specialScienceandHealth/](http://www.theglobeandmail.com/servlet/story/RTGAM.20050428.wrice0428/EmailBNStory/specialScienceandHealth/)

THERRIEN, P. et P. MOHNEN. 2003, « How Innovative are Canadian Firms Compared to Some European Firms? A Comparative Look at Innovation Surveys », *Technovation*, vol. 23, n° 4, p. 359 à 369.

TRAORE, N. 2004a, « Canadian Biotech Firms' Creative Capacity: On the Role of Absorptive Capacity, Relational Capital, Learning and Firm Characteristics », *International Journal of Biotechnology*, vol. 6, n° 1, p. 1 à 19.

TRAORE, N. 2004b, *Enquête sur l'utilisation et le développement de la biotechnologie : méthodologie, questions et réponses*, produit n° 88F0006XIF2004006 au catalogue de Statistique Canada, Ottawa.

TRAORE, N. et A. ROSE. 2003, « Determinants of Biotechnology Utilization by the Canadian Industry », *Research Policy*, vol. 32, n° 10, p. 1719 à 1735.

TOURIGNY, D. et C.D. LE. 2003, « Impediments to Innovation Faced by Canadian Manufacturing Firms », *Economics of Innovation and New Technology*, vol. 13, n° 3, p. 217 à 250.

WHITE, H. 1980, « A Heteroscedasticity-Consistent Covariance Matrix and a Direct Test for Heteroscedasticity », *Econometrica*, vol. 48, p. 817 à 838.





**Tableau 1. Statistiques descriptives<sup>a</sup>**

|   | Ensemble des entreprises | Entreprises axées sur l'étape préliminaire | Entreprises à vocation universelle | Entreprises axées sur l'étape avancée |
|---|--------------------------|--|------------------------------------|---------------------------------------|
| Logarithme du nombre de produits  | 1,88<br>(1,36)           | 1,36<br>(1,02)                             | 2,55<br>(1,38)                     | 1,44<br>(1,34)                        |
| Taille 1 (< 50 employés)  | 0,71<br>(0,45)           | 0,84<br>(0,37)                             | 0,64<br>(0,48)                     | 0,55<br>(0,50)                        |
| Taille 2 (50 à 150 employés)  | 0,16<br>(0,36)           | 0,11<br>(0,31)                             | 0,13<br>(0,36)                     | 0,32<br>(0,47)                        |
| Nombre d'employés ayant des responsabilités liées à la R.-D. en biotechnologie/nombre total d'employés      | 0,46<br>(0,31)           | 0,57<br>(0,28)                             | 0,39<br>(0,27)                     | 0,28<br>(0,32)                        |
| Nombre d'employés n'ayant pas de responsabilités liées à la R.-D. en biotechnologie/nombre total d'employés | 0,27<br>(0,27)           | 0,24<br>(0,23)                             | 0,31<br>(0,27)                     | 0,28<br>(0,31)                        |
| Passation de marchés de R.-D. (en milliers de dollars)  | 552,27<br>(2056,44)      | 524,89<br>(2063,45)                        | 632,66<br>(2103,42)                | 375,01<br>(1889,17)                   |
| Passation de marchés relatifs à la réglementation (en milliers de dollars)                                  | 325,90<br>(2938,21)      | 125,02<br>(781,09)                         | 238,31<br>(1459,15)                | 1351,77<br>(7737,01)                  |
| Nombre d'ententes de collaboration  | 3,06<br>(6,82)           | 2,90<br>(7,56)                             | 3,49<br>(6,58)                     | 2,17<br>(4,24)                        |
| Nombre de droits de PI cédés  | 4,36<br>(66,78)          | 0,21<br>(0,94)                             | 9,97<br>(102,11)                   | 0,09<br>(0,38)                        |
| Nombre de droits de PI acquis   | 1,06<br>(5,51)           | 0,44<br>(2,03)                             | 1,92<br>(8,10)                     | 0,37<br>(0,82)                        |
| Nombre de brevets existants   | 12,42<br>(68,95)         | 4,17<br>(11,19)                            | 16,18<br>(77,64)                   | 29,26<br>(129,99)                     |
| Taux d'absorption   | 43,38<br>(454,20)        | 5,84<br>(26,48)                            | 83,97<br>(689,93)                  | 39,50<br>(132,58)                     |
| Variable nominale de l'entreprise privée/de la société cotée en bourse                                      | 0,25<br>(0,43)           | 0,19<br>(0,39)                             | 0,33<br>(0,47)                     | 0,19<br>(0,40)                        |
| Âge de l'entreprise   | 13,41<br>(19,59)         | 8,22<br>(12,48)                            | 16,28<br>(21,79)                   | 22,26<br>(26,64)                      |
| Capitaux obtenus (en milliers de dollars)   | 2352,51<br>(7398,87)     | 2889,70<br>(8382,04)                       | 2412,15<br>(7280,18)               | 208,65<br>(742,85)                    |
| Variable nominale de la biotechnologie agricole   | 0,17<br>(0,38)           | 0,12<br>(0,32)                             | 0,22<br>(0,41)                     | 0,23<br>(0,42)                        |
| Variable nominale de la biotechnologie alimentaire  | 0,13<br>(0,34)           | 0,04<br>(0,20)                             | 0,20<br>(0,39)                     | 0,20<br>(0,40)                        |
| Variable nominale de la biotechnologie de la santé humaine  | 0,52<br>(0,50)           | 0,67<br>(0,47)                             | 0,46<br>(0,50)                     | 0,22<br>(0,41)                        |
| Variable nominale liée à l'étape préliminaire   | 0,45<br>(0,49)           | ...  | ...                                | ...                                   |
| Variable nominale liée à l'étape avancée  | 0,12<br>(0,33)           | ...  | ...                                | ...                                   |

a. Moyenne indiquée ci-dessus, écart type indiqué entre parenthèses.  
 ... n'ayant pas lieu de figurer

**Tableau 2. Résultats de régression : modèle général et divers modèles d'orientation stratégique**

|  | Ensemble des entreprises |               | Entreprises axées sur l'étape préliminaire |                 | Entreprises à vocation universelle |                | Entreprises axées vers l'étape avancée |               |
|--|--------------------------|---------------|--|-----------------|------------------------------------|----------------|--|---------------|
|  | Estimation               | Statistique t | Estimation                                 | Statistique T   | Estimation                         | Statistique t  | Estimation                             | Statistique t |
| Constante  | ...                      | <b>6,056*</b> | ...  | <b>1,766***</b> | ...                                | <b>3,159*</b>  | ...                                    | 1,604         |
| Taille 1 (< 50 employés)   | -0,075                   | -0,928        | -0,176                                     | -1,048          | -0,012                             | -0,111         | -0,154                                 | -0,351        |
| Taille 2 (50 à 150 employés)   | 0,147                    | <b>2,160*</b> | 0,092                                      | 0,623           | 0,293                              | <b>3,032*</b>  | 0,282                                  | -0,753        |
| Nombre d'employés ayant des responsabilités liées à la R.-D. en biotechnologie/ nombre total d'employés      | 0,018                    | 0,315         | 0,145                                      | 1,467           | -0,012                             | -0,133         | -0,094                                 | -0,445        |
| Nombre d'employés n'ayant pas de responsabilités liées à la R.-D. en biotechnologie/ nombre total d'employés | -0,01                    | -0,188        | 0,019                                      | 0,209           | 0,073                              | 0,925          | 0,09                                   | 0,365         |
| Passation de marchés des R.-D. (en milliers de dollars)  | 0,035                    | 0,72          | 0,008                                      | 0,107           | 0,033                              | 0,433          | -3,517                                 | -1,037        |
| Passation de marchés relatifs à la réglementation (en milliers de dollars)                                   | -0,06                    | -1,383        | -0,036                                     | -0,469          | 0,002                              | 0,017          | -0,447                                 | -0,896        |
| Nombre d'ententes de collaboration   | 0,1                      | <b>2,221*</b> | 0,084                                      | 0,949           | 0,091                              | 1,294          | 0,508                                  | <b>2,577*</b> |
| Nombre de droits de PI cédés   | 0,263                    | <b>6,043*</b> | 0,07                                       | 0,865           | 0,464                              | <b>6,400*</b>  | -0,015                                 | -0,089        |
| Nombre de droits de PI acquis  | 0,169                    | <b>3,576*</b> | 0,151                                      | <b>2,052**</b>  | 0,21                               | <b>2,630*</b>  | 0,241                                  | 1,034         |
| Nombre de brevets existants  | -0,047                   | -0,936        | 0,005                                      | 0,065           | -0,083                             | -1,052         | 3,62                                   | 1,081         |
| Taux d'absorption  | -0,03                    | -0,699        | -0,084                                     | -1,111          | -0,078                             | -1,157         | -0,137                                 | -0,798        |
| Variable nominale de l'entreprise privée/de la société cotée en bourse                                       | -0,033                   | -0,693        | -0,025                                     | -0,301          | -0,049                             | -0,587         | -0,161                                 | -0,652        |
| Âge de l'entreprise  | 0,087                    | 1,515         | 0,226                                      | <b>2,604*</b>   | 0,197                              | <b>1,994**</b> | -0,086                                 | -0,39         |

|  |                  |                |        |                 |        |               |        |                 |
|--|------------------|----------------|--------|-----------------|--------|---------------|--------|-----------------|
| Capitaux obtenus (en milliers de dollars)                  | 0,022            | 0,458          | 0,127  | 1,456           | -0,146 | -1,515        | 0,185  | 0,894           |
| Variable nominale de la biotechnologie agricole            | 0,212            | <b>3,871*</b>  | 0,103  | 1,104           | 0,401  | <b>4,302*</b> | -0,043 | -0,206          |
| Variable nominale de la biotechnologie alimentaire         | 0,082            | 1,514          | 0,082  | 0,992           | 0,147  | 1,556         | -0,106 | -0,53           |
| Variable nominale de la biotechnologie de la santé humaine | 0,097            | 1,52           | 0,179  | <b>1,783***</b> | 0,138  | 1,206         | -0,488 | <b>-2,336**</b> |
| Variable nominale liée à l'étape préliminaire              | -0,341           | <b>-6,965*</b> | ...    | ...             | ...    | ...           | ...    | ...             |
| Variable nominale liée à l'étape avancée                   | -0,246           | <b>-5,202*</b> | ...    | ...             | ...    | ...           | ...    | ...             |
| R <sup>2</sup> corrigé                                     | 0,353            | ...            | 0,165  | ...             | 0,387  | ...           | 0,085  | ...             |
| Test F   | 11,478*          | ...            | 2,953* | ...             | 6,905* | ...           | 1,251  | ...             |
| Taille de l'échantillon                                    | 375              | ...            | 168    | ...             | 160    | ...           | 47     | ...             |
| Test de White  | 117 <sup>1</sup> | ...            | ...    | ...             | ...    | ...           | ...    | ...             |

\*,\*\*,\*\*\* : Indiquent des niveaux de signification de 1 %, 5 % et 10 %, respectivement.

1. La valeur critique de  $\chi^2$  avec 209 degrés de liberté est de 244 au niveau de signification de 5 %.

... n'ayant pas lieu de figurer

## Série de documents de travail sur l'agriculture et le milieu rural

(\* La Série de documents de travail sur l'agriculture et le milieu rural est maintenant accessible dans le site Web de Statistique Canada ([www.statcan.ca](http://www.statcan.ca)). À la page *Nos Produits et services*, sous *Parcourir les publications Internet (PDF ou HTML)*, choisissez *Gratuites*.)

|       |                     |   |
|-------|---------------------|---|
| N°1   | (21-601-MPF1980001) | <b>Description de la méthode Theil de prévision de l'erreur quadratique moyenne pour la statistique agricole (1980)</b> , Stuart Pursey   |
| N° 3  | (21-601-MPF1981003) | <b>Examen du Projet de l'estimation du bétail et recommandations de mesures à prendre (1981)</b> , Bernard Rosien et Elizabeth Leckie   |
| N° 4  | (21-601-MPF1984004) | <b>Le secteur canadien des oléagineux : vue d'ensemble (1984)</b> , Glenn Lennox  |
| N° 5  | (21-601-MPF1984005) | <b>Analyse préliminaire de la contribution des paiements directs du gouvernement dans le revenu agricole net réalisé (1984)</b> , Lambert Gauthier  |
| N° 6  | (21-601-MPF1984006) | <b>Les caractéristiques des exploitants entrant en agriculture et leurs entreprises au sud de l'Ontario pour la période 1966 à 1976 (1984)</b> , Jean B. Down                                     |
| N° 7  | (21-601-MPF1984007) | <b>Sommaire des programmes d'aide à la production agricole aux États-Unis (1984)</b> , Allister Hickson   |
| N° 8  | (21-601-MPF1984008) | <b>Intensité de la pratique de la jachère dans les Prairies : Une analyse des données du recensement de 1981 (1984)</b> , Les Macartney   |
| N° 9  | (21-601-MPF1985009) | <b>Évolution de la structure du secteur porcin au Canada (1985)</b> , Mike Shumsky  |
| N° 10 | (21-601-MPF1986010) | <b>Révisions au traitement des loyers de maisons imputés dans les comptes de fermes canadiennes, 1926-1979 (1986)</b> , Mike Trant  |
| N° 11 | (21-601-MPF1992011) | <b>L'estimateur par le quotient : explication intuitive et utilisation pour estimer les variables agricoles (1992)</b> , François maranda et Stuart Pursey  |
| N° 12 | (21-601-MPF1991012) | <b>L'effet de la distortion géographique causée par la règle de l'emplacement (1991)</b> , Rick Burroughs   |
| N° 13 | (21-601-MPF1991013) | <b>La qualité des données agricoles : forces et faiblesses (1991)</b> , Stuart Pursey   |
| N° 14 | (21-601-MPF1992014) | <b>Autres cadres d'examen des données rurales (1992)</b> , A.M. Fuller, Derek Cook et Dr. John Fitzsimons   |
| N° 15 | (21-601-MPF1993015) | <b>Tendances et caractéristiques relatives aux régions rurales et aux petites villes du Canada (1993)</b> , Brian Bigs, Ray Bollman et Michael McNames  |
| N° 16 | (21-601-MPF1992016) | <b>La microdynamique et l'organisation économique de la famille agricole dans le changement structurel en agriculture (1992)</b> , Phil Ehrensaft et Ray Bollman                                  |
| N° 17 | (21-601-MPF1993017) | <b>Consommation de céréales et de graines oléagineuses par le bétail et la volaille, Canada et provinces, 1992</b> , Section du bétail et des produits d'origine animale                          |
| N° 18 | (21-601-MPF1994018) | <b>Changements structurels dans le domaine agricole - Étude comparative des tendances et des modèles observés au Canada et aux États-Unis</b> , Ray Bollman, Leslie A. Whitener et Fu Lai Tung    |
| N° 19 | (21-601-MPF1994019) | <b>Revenu total de la famille agricole selon le type d'exploitation et la taille de celle-ci, et selon la région, en 1990 (1994)</b> , Saiyed Rizvi, David Culver, Lina Di Piéto et Kim O'Connor  |
| N° 20 | (21-601-MPF1991020) | <b>L'adaptation dans le secteur agricole au Canada (1994)</b> , George McLaughlin   |
| N° 21 | (21-601-MPF1993021) | <b>Microdynamique de la croissance et de la décroissance des exploitations agricoles : une comparaison Canada - États-Unis</b> , Fred Gale et Stuart Pursey                                       |
| N° 22 | (21-601-MPF1992022) | <b>Les structures des gains des ménages agricoles en Amérique du Nord - Positionnement pour la libéralisation des échanges</b> , Leonard Apedaile, Charles Barnard, Ray Bollman et Blaine Calkins |
| N° 23 | (21-601-MPF1992023) | <b>Secteur de la pomme de terre : comparaison entre le Canada et les États-Unis</b> , Glenn Zepp, Charles Plummer et Barbara McLaughlin   |
| N° 24 | (21-601-MPF1994024) | <b>Étude comparative des données américaines et canadiennes sur la structure des fermes</b> , Victor J. Oliveira, Leslie A. Whitener et Ray Bollman   |
| N° 25 | (21-601-MPF1994025) | <b>Méthodes statistiques de la Sous-section de la commercialisation des grains, document de travail, version 2</b> , Karen Gray   |
| N° 26 | (21-601-MPF1994026) | <b>Rendement des exploitations agricoles : Estimations établies à partir de la base de données complètes sur les exploitations agricoles</b> , W. Steven Danford                                  |
| N° 27 | (21-601-MPF1994027) | <b>La mesure de l'emploi touristique dans les régions rurales</b> , Brian Biggs   |

## Série de documents de travail sur l'agriculture et le milieu rural (suite)

(\* La Série de documents de travail sur l'agriculture et le milieu rural est maintenant accessible dans le site Web de Statistique Canada ([www.statcan.ca](http://www.statcan.ca)). À la page *Nos Produits et services*, sous *Parcourir les publications Internet (PDF ou HTML)*, choisissez *Gratuites*.)

|        |                     |  |
|--------|---------------------|--|
| N° 28* | (21-601-MIF1995028) | <b>Délimitation de l'écoumène agricole canadien de 1991</b> , Timothy J. Werschler   |
| N° 29  | (21-601-MPF1995029) | <b>Étude cartographique de la diversité des économies rurales : une typologie préliminaire du Canada rural</b> , Liz Hawkins   |
| N° 30* | (21-601-MIF1996030) | <b>Structure et tendances de l'emploi rural au Canada et dans les pays de l'OCDE</b> , Ron Cunningham et Ray D. Bollman  |
| N° 31* | (21-601-MIF1996031) | <b>Une nouvelle approche pour les régions autres que les RMR/AR</b> , Linda Howatson-Leo et Louise Earl  |
| N° 32  | (21-601-MPF1996032) | <b>L'emploi dans l'agriculture et ses industries connexes en région rurale : structure et changement 1981-1991</b> , Sylvain Cloutier                                      |
| N° 33* | (21-601-MIF1998033) | <b>Exploiter une ferme d'agrément - pour le plaisir ou le profit?</b> , Stephen Boyd   |
| N° 34* | (21-601-MIF1998034) | <b>Utilisation de la technologie d'imagerie documentaire dans le recensement canadien de l'agriculture de 1996</b> , Mel Jones et Ivan Green                               |
| N° 35* | (21-601-MIF1998035) | <b>Tendances de l'emploi au sein de la population active non métropolitaine</b> , Robert Mendelson   |
| N° 36* | (21-601-MIF1998036) | <b>La population des milieux ruraux et des petites villes s'accroît pendant les années 90</b> , Robert Mendelson et Ray D. Bollman   |
| N° 37* | (21-601-MIF1998037) | <b>La composition des établissements commerciaux dans les petites et les grandes collectivités du Canada</b> , Robert Mendelson  |
| N° 38* | (21-601-MIF1998038) | <b>Le travail hors ferme des exploitants de fermes de recensement : Aperçu de la structure et profils de mobilité</b> , Michael Swidinsky, Wayne Howard et Alfons Weersink |
| N° 39* | (21-601-MIF1999039) | <b>Le capital humain et le développement rural : quels sont les liens?</b> , Ray D. Bollman  |
| N° 40* | (21-601-MIF1999040) | <b>Utilisation de l'ordinateur et d'Internet par les membres des ménages ruraux</b> , Margaret Thompson-James  |
| N° 41* | (21-601-MIF1999041) | <b>Les cotisations aux REER des producteurs agricoles canadiens en 1994</b> , Marco Morin  |
| N° 42* | (21-601-MIF1999042) | <b>Intégration des données administratives et des données d'enquête de recensement</b> , Michael Trant et Patricia Whitridge   |
| N° 43* | (21-601-MIF2001043) | <b>La dynamique du revenu et de l'emploi dans le Canada rural : le risque de la pauvreté et de l'exclusion</b> , Esperanza Vera-Toscano, Euan Phimister et Alfons Weersink |
| N° 44* | (21-601-MIF2001044) | <b>Migration des jeunes ruraux entre 1971 et 1996</b> , Juno Tremblay  |
| N° 45* | (21-601-MIF2001045) | <b>Évaluation du bien-être économique des Canadiens ruraux au moyen d'indicateurs de revenu</b> , Carlo Rupnik, Margaret Thompson-James et Ray D. Bollman                  |
| N° 46* | (21-601-MIF2001046) | <b>Tendances géographiques du bien-être socioéconomique des collectivités des Premières nations</b> , Robin P. Armstrong   |
| N° 47* | (21-601-MIF2001047) | <b>Répartition et concentration des animaux de ferme au Canada</b> , Martin S. Beaulieu  |
| N° 48* | (21-601-MIF2001048) | <b>Élevage intensif des animaux de ferme : la taille de l'exploitation a-t-elle son importance?</b> , Martin S. Beaulieu   |
| N°49*  | (21-601-MIF2001049) | <b>La statistique agricole au service du développement rural</b> , Ray D. Bollman  |
| N°50*  | (21-601-MIF2001050) | <b>Situation relative à l'emploi dans les régions rurales et les petites villes : Structure par industrie</b> , Roland Beshiri et Ray D. Bollman                           |
| N°51*  | (21-601-MIF2001051) | <b>Le temps passé au travail : Comment les agriculteurs jonglent avec leur temps et incidences sur le revenu familial total</b> , Sylvain Cloutier                         |
| N°52*  | (21-601-MIF2001052) | <b>Le profil des producteurs de maïs-grain et de soya génétiquement modifiés au Québec et en Ontario</b> , Bernard Hategekimana  |
| N°53*  | (21-601-MIF2002053) | <b>Intégration des marchés des bovins du Canada et des États-Unis</b> , Rita Athwal  |

## Série de documents de travail sur l'agriculture et le milieu rural (fin)

(\* La Série de documents de travail sur l'agriculture et le milieu rural est maintenant accessible dans le site Web de Statistique Canada ([www.statcan.ca](http://www.statcan.ca)). À la page *Nos Produits et services*, sous *Parcourir les publications Internet (PDF ou HTML)*, choisissez *Gratuites*.)

|       |                     |  |
|-------|---------------------|--|
| N°54* | (21-601-MIF2002054) | <b>Maïs-grain et soya génétiquement modifiés au Québec et en Ontario en 2000 et 2001</b> , Bernard Hategekimana  |
| N°55* | (21-601-MIF2002055) | <b>Tendances migratoires récentes dans les régions rurales et petites villes du Canada</b> , Neil Rothwell et autres   |
| N°56* | (21-601-MIF2002056) | <b>Rendement du secteur du commerce de détail des aliments dans la chaîne agroalimentaire</b> , David Smith et Michael Trant   |
| N°57* | (21-601-MIF2002057) | <b>Caractéristiques financières des entreprises acquises dans l'industrie alimentaire canadienne</b> , Martin S. Beaulieu  |
| N°58* | (21-601-MIF2002058) | <b>Structure des échanges provinciaux</b> , Marjorie Page  |
| N°59* | (21-601-MIF2002059) | <b>Analyse de la rentabilité dans le secteur de la transformation des aliments au Canada</b> , Rick Burroughs et Deborah Harper  |
| N°60* | (21-601-MIF2002060) | <b>La diversification du monde rural</b> , Marjorie L. Page  |
| N°61* | (21-601-MIF2002061) | <b>Définitions de « rural »</b> , Valerie du Plessis et autres   |
| N°62* | (21-601-MIF2003062) | <b>Profil géographique des animaux de ferme au Canada, 1991-2001</b> , Martin S. Beaulieu et Frédéric Bédard   |
| N°63* | (21-601-MIF2003063) | <b>Disparité infraprovinciale des revenus au Canada : Données de 1992 à 1999</b> , Alessandro Alasia   |
| N°64* | (21-601-MIF2003064) | <b>Les économies et le commerce agricoles Canada-Mexique : des relations nord-américaines plus étroites</b> , Verna Mitura et autres   |
| N°65* | (21-601-MIF2003065) | <b>Adoption de technologies informatiques par les entreprises agricoles canadiennes : analyse fondée sur le Recensement de l'agriculture de 2001</b> , Jean Bosco Sabuhoro et Patti Wunsch                             |
| N°66* | (21-601-MIF2004066) | <b>Facteurs d'utilisation d'Internet à la maison au Canada, 1998 à 2000</b> , Vik Singh  |
| N°67* | (21-601-MIF2004067) | <b>Cartographie de la diversité socioéconomique du Canada rural : Une analyse multidimensionnelle</b> , Alessandro Alasia  |
| N°68* | (21-601-MIF2004068) | <b>Incidence de l'investissement direct étranger sur le secteur agroalimentaire : analyse empirique</b> , W.H. Furtan et J.J. Holzman  |
| N°69* | (21-601-MIF2004069) | <b>Le secteur canadien des bovins de boucherie et les répercussions de l'ESB sur le revenu des familles agricoles</b> , Verna Mitura et Lina Di Piéto  |
| N°70* | (21-601-MIF2004070) | <b>Mesure de la concentration dans les industries de transformation des aliments</b> , Darryl Harrison et James Rude   |
| N°71* | (21-601-MIF2004071) | <b>Tendances de l'activité liée au travail autonome non agricole chez les femmes des régions rurales</b> , Valerie du Plessis  |
| N°72* | (21-601-MIF2004072) | <b>Remaniement de l'Indice des prix des produits agricoles au Canada</b> , Andy Baldwin  |
| N°73* | (21-601-MIF2005073) | <b>L'incidence de l'urbanisation sur l'adoption des systèmes de gestion de l'environnement dans l'agriculture canadienne</b> , Udith Jayasinghe-Mudalige, Alfons Weersink, Brady Deaton, Martin Beaulieu et Mike Trant |
| N°74* | (21-601-MIF2005074) | <b>Facteurs favorisant la mise en œuvre des meilleures pratiques de gestion du fumier dans les exploitations porcines</b> , Diep Le et Martin S. Beaulieu  |
| N°75* | (21-601-MIF2005075) | <b>La compétitivité de l'industrie de la transformation de la volaille au Canada</b> , Hao et autres   |
| N°76* | (21-601-MIF2005076) | <b>Compétences, innovation et croissance : Les questions clés du développement rural et territorial – Survol de la documentation</b> , Alessandro Alasia   |
| N°77* | (21-601-MIF2006077) | <b>Profil géographique de la production de fumier au Canada, 2001</b> , Nancy Hofmann et Martin S. Beaulieu  |