

L'innovation et la productivité dans les établissements manufacturiers canadiens

Pierre Therrien et Petr Hanel[♦]

Résumé : Cette étude s'appuie sur la contribution canadienne au projet de microdonnées sur l'innovation de l'OCDE, qui examine l'impact de l'innovation sur la productivité du travail à l'aide de données au niveau de l'entreprise provenant d'enquêtes nationales sur l'innovation et d'enquêtes administratives. Nous utilisons un ensemble enrichi de données comportant des renseignements supplémentaires sur les établissements manufacturiers, provenant de l'Enquête sur l'innovation au Canada de 2005, qui est liée à l'Enquête annuelle sur les manufactures et l'exploitation forestière (EAMEF). Le modèle économétrique que nous avons estimé contrôle les effets attribuables à un biais de sélection, à la simultanéité, à la taille de l'entreprise et à l'industrie. Voici les principales observations qui s'en dégagent : 1) Exporter vers les marchés autres que les États-Unis, la taille de l'entreprise et le recours au soutien gouvernemental hausse la probabilité d'innover et d'avoir des ventes liées positivement à l'innovation. 2) Exporter (sur le marché des États-Unis et les autres marchés), la collaboration avec d'autres entreprises et organisations et une part élevée des recettes de l'entreprise provenant des ventes au client le plus important sont en corrélation avec des dépenses élevées d'innovation par employé. Les entreprises qui avaient une part plus élevée du marché au début de la période avaient tendance à dépenser davantage en innovation à la fin de la période. 3) Les entreprises qui avaient des dépenses d'innovation plus élevées par employé engendraient plus de ventes liées à l'innovation par employé. Les autres facteurs qui accroissent les ventes liées à l'innovation sont le capital

[♦] OCDE/Industrie Canada et Université de Sherbrooke/CIRST, respectivement. Une version antérieure de cette étude est disponible auprès du CIRST. Nous remercions Frances Anderson, Susan Schaan et l'équipe du SIEID (Statistique Canada) pour leur collaboration assidue et efficace, ainsi que Jean-Michel Goulet, de l'Université de Sherbrooke, pour son aide avec le travail informatique. Le texte a profité de l'excellente révision de Dan Ciuriak. Les opinions exprimées dans ce document sont celles des auteurs et ne reflètent pas nécessairement celles du gouvernement du Canada, de l'OCDE ou de l'Université de Sherbrooke/CIRST.

humain et matériel et l'adoption d'innovations axées sur des procédés. 4) Enfin, les entreprises qui enregistrent des ventes liées à l'innovation plus élevées par employé ont une productivité du travail plus élevée même en tenant compte de la taille de l'entreprise, de l'intensité du capital humain et matériel et de la productivité du travail en début de période. Ces résultats viennent s'ajouter et sont conformes aux observations issues d'un modèle plus simple employé dans une étude portant sur 18 pays de l'OCDE. La conclusion de notre étude englobe une analyse des conséquences sur le plan des politiques.

1. Introduction

Le niveau de vie et la qualité de vie d'un pays sont étroitement liés à son niveau de la productivité du travail. Améliorer la productivité du travail non seulement favorise une augmentation des salaires, mais constitue la meilleure garantie de la capacité d'offrir des services publics tels que les soins de santé, l'éducation et les initiatives environnementales, qui viennent en tête de liste des priorités des Canadiens. Cependant, tant le niveau que le taux de croissance de la productivité du travail au Canada ont été une source de préoccupation depuis un certain temps (Hanel, 2008). L'innovation est l'une des principales sources of croissance de la productivité et c'est aussi un domaine où l'industrie canadienne tire de l'arrière sur plusieurs de ses concurrentes, selon l'European Innovation Scoreboard (Pro-Inno, 2008)¹. Ainsi, le Canada s'est joint aux efforts de recherche d'autres pays de l'OCDE pour tenter de mieux comprendre le processus allant de la décision d'innover jusqu'à l'effet de l'innovation sur la productivité et d'autres indicateurs de rendement.

¹ Selon l'European Innovation Scoreboard 2007, le Canada arrive au milieu du peloton des pays de l'OCDE avec un indice d'innovation sommaire légèrement inférieur à celui de l'EU 27. À noter que le score du Canada est fondé principalement sur des variables liées à la R-D; les facteurs connexes abordés dans les enquêtes sur l'innovation n'ont pas été pris en compte en raison de problèmes de disponibilité de données.

Afin de comprendre ce qui se profile derrière les statistiques agrégées, il faut examiner l'innovation et la productivité au niveau de l'entreprise. Après tout, c'est là que la main-d'œuvre et le capital – les principaux facteurs de production – sont mis à contribution de façon plus ou moins efficiente. En adoptant des produits et des procédés de production nouveaux et améliorés, les entreprises innovantes étendent leurs marchés actuels et en créent de nouveaux, tout comme elles améliorent l'efficacité de leurs activités de production et de commercialisation – en d'autres termes, elles améliorent leur productivité.

L'analyse des microdonnées provenant des enquêtes sur l'innovation qui ont débuté dans les années 1990 met l'accent sur le processus d'innovation, ses caractéristiques et les conditions qui favorisent ou nuisent à l'innovation². Cependant, l'utilisation de microdonnées dans des comparaisons internationales se bute aux lois nationales qui visent à protéger la confidentialité de l'information au niveau de l'entreprise. Pour contourner ce problème, l'OCDE a lancé, en 2006, le projet Innovation Microdata Project (OCDE, 2009). Dans le cadre de ce projet, des équipes de recherche de 18 pays de l'OCDE ont utilisé une méthodologie commune, introduite pour la première fois par Crépon, Duguet et Mairesse (CDM), pour analyser l'impact de l'innovation sur la productivité du travail en utilisant des données au niveau de l'entreprise provenant d'enquêtes nationales sur l'innovation et d'enquêtes administratives.

La présente étude développe le modèle canadien employé aux fins du projet de l'OCDE. Elle fait appel à la même méthodologie que celle du modèle de l'OCDE mais en exploitant à fond les renseignements disponibles sur les établissements ma-

² En collaboration avec EUROSTAT, l'OCDE a lancé, au début des années 1990, un effort concerté pour recueillir des renseignements sur l'ensemble du processus d'innovation au niveau de l'entreprise (enquête sur l'innovation dans la Communauté européenne et enquêtes sur l'innovation en Australie, au Canada, etc.). La disponibilité de données sur l'innovation a suscité de nouveaux travaux de recherche visant à comprendre le processus d'innovation, ses origines, ses résultats et ses effets. À titre d'exemple de ces études, voir Kleinknecht (1987, 1989); pour des études portant plus précisément sur le Canada, voir Baldwin et Hanel (2003) et Gault (2003).

nufacturiers provenant de l'Enquête sur l'innovation de 2005 au Canada (liée à l'Enquête annuelle sur les manufactures et l'exploitation forestière (EAMEF)). Le modèle canadien étendu permet de tester et de mieux préciser les relations qui ressortent du projet de l'OCDE en faisant ressortir les conséquences des résultats canadiens sur le plan des politiques.

L'étude est structurée comme suit : la section 2 renferme un examen de la documentation traitant de l'innovation et de la productivité au niveau de l'entreprise et résume les principaux résultats du projet de l'OCDE en s'intéressant plus particulièrement aux résultats canadiens. La troisième section décrit plus en détails les améliorations proposées au modèle économétrique appliqué au Canada, tandis que la section 4 analyse les résultats découlant du modèle canadien étendu. Enfin, la section 5 renferme des conclusions sur les résultats obtenus au niveau des politiques et propose diverses pistes pour la recherche future.

2. Revue de la documentation

2.1 Contexte et modèle CDM

Initialement, la difficulté que soulève la mesure directe du progrès technique a incité les économistes à étudier le lien entre l'innovation et la productivité au niveau de l'entreprise en centrant leur attention sur la recherche-développement (R-D), un facteur entrant dans le processus d'innovation. Cependant, comme l'ont signalé Mairesse et Sassenou (1991) dans une revue de ces études, les difficultés méthodologiques que soulève la modélisation des relations complexes en présence, outre les problèmes liés à l'obtention de données de haute qualité ont fait en sorte qu'il a été assez difficile d'en arriver à des interprétations et des conclusions satisfaisantes.

Les enquêtes sur l'innovation réalisées dans la plupart des pays de l'OCDE³ au début des années 1990 ont produit des

³ L'exception notable étant les États-Unis qui, jusqu'à tout récemment, n'avaient pas mené à l'échelle nationale de sondages sur l'innovation. Cependant, la National Science Foundation des États-Unis vient tout juste de publier

données qui ont permis aux chercheurs de documenter statistiquement les multiples sources d'innovation, la variété des types d'innovation et leurs relations avec les effets attendus et observés de l'innovation sur la performance des entreprises innovantes. Crépon, Duguet et Mairesse (1998), inspirés par le travail antérieur de Pakes et Griliches (1984), ont intégré ces relations en un système unique à trois étapes qui comporte quatre équations récursives :

- i) La première étape saisit les décisions des entreprises en ce qui a trait aux activités de recherche – c'est-à-dire si elles feront de la R-D et, le cas échéant, quel niveau de ressources seront affectées à ces fins. L'équation de sélection de Heckman estime la probabilité que l'entreprise mène des activités de R-D. En supposant qu'une entreprise fasse de la R-D, la seconde équation de la première étape estime l'intensité de ces activités.
- ii) La seconde étape modélise l'innovation en tant que fonction de la R-D et d'autres variables. Les indicateurs de l'innovation sont mesurés par les brevets dans l'une des variantes de cette équation et par le pourcentage des ventes liées à l'innovation dans les ventes totales de l'entreprise, dans une autre variante.
- iii) La troisième étape du modèle exprime la productivité en tant que fonction de la production et de l'innovation – mesurée soit par le nombre attendu de brevets par employé soit par la part des ventes liées à l'innovation dans les ventes totales – et d'autres déterminants de la productivité, y compris le capital, la main-d'œuvre et la composition des compétences, en utilisant une fonction de production Cobb-Douglas enrichie.

son premier 'Business R&D and Innovation Survey (BRDIS)' développé conjointement avec le Bureau du recensement des États-Unis (voir le communiqué de presse 10-089 émis le 26 mai 2010 par la National Science Foundation intitulé "New Survey Facilitates Better U.S. Business Competition in Global Economy").

Le modèle d'estimation utilise des méthodes appropriées pour neutraliser le biais de sélection, la nature endogène de l'innovation et de la R-D, ainsi que les propriétés statistiques des données sous-jacentes. Les résultats du modèle CDM montrent, pour les entreprises manufacturières françaises, un lien évident entre l'intensité de l'intrant innovation (intensité du capital de R-D), la production d'innovations (brevets ou ventes liées à l'innovation) et la productivité de l'entreprise :

« La probabilité que l'entreprise fasse de la recherche (R-D) augmente avec sa taille (nombre d'employés), sa part du marché et sa diversification, ainsi qu'avec les indicateurs de la pression de la demande et de la poussée technologique. L'effort de recherche (intensité du capital de R-D) d'une entreprise qui a des activités de recherche augmente parallèlement aux mêmes variables, sauf la taille (son capital de recherche est strictement proportionnel à sa taille). La production d'innovations de l'entreprise, mesurée par le nombre de brevets ou les ventes liées à l'innovation, augmente avec son effort de recherche et les indicateurs de la pression de la demande et de la technologie, soit directement soit indirectement par le jeu de leurs effets sur la recherche. Enfin, la productivité de l'entreprise a une corrélation positive avec une plus grande production d'innovations, même en tenant compte de la composition des compétences de la main-d'œuvre et de l'intensité du capital matériel. » (Crépon, Duguet et Mairesse, 1998).

2.2 Variantes du modèle CDM

Le modèle CDM a inspiré plusieurs études similaires, toutes fondées sur des données harmonisées provenant d'enquêtes sur l'innovation recueillies en respectant les lignes directrices du manuel d'Oslo pour la cueillette et l'interprétation des données sur l'innovation. Des variantes intéressantes du modèle CDM sont celles de Löf et Heshmati (2006), qui ont examiné le lien entre l'innovation et la productivité du travail dans les entreprises manufacturières et de services suédoises, Griffith et coll. (2006), qui ont comparé le lien innovation-productivité du tra-

vail en France, en Allemagne, en Espagne et au Royaume-Uni, ainsi que Van Leeuwen et Klomp (2006), qui ont estimé la contribution de l'innovation à la croissance de la productivité multifactorielle aux Pays-Bas.

L'étude suédoise présente un intérêt particulier. Elle utilise le modèle CDM comme cadre théorique, mais en adoptant une stratégie économétrique différente pour surmonter le problème de l'endogénéité des variables explicatives, en utilisant une analyse par variable instrumentale plutôt que par la méthode des moindres carrés asymptotiques, comme dans le modèle CDM. De même, l'étude procède à divers types d'analyse de sensibilité, notamment en utilisant différentes sources de données, différentes classifications du rendement des entreprises et différentes classifications de l'innovation, et en estimant des modèles en termes de croissance et de niveau. Les résultats montrent que les diverses mesures de la productivité, comme les ventes par employé, la valeur ajoutée par employé, la croissance de la valeur ajoutée par employé, la croissance des ventes, la croissance des bénéfices par employé, la croissance de l'emploi et, dans une moindre mesure, les marges de vente ont toutes un lien positif avec l'innovation; bien entendu, les coefficients d'élasticité estimés varient. Mais, contrairement à des études antérieures qui considéraient la R-D comme seule dépense d'innovation, la variable de l'intrant innovation dans cette étude englobe les dépenses consacrées à tous les aspects de l'innovation. Les élasticités de la productivité du travail par rapport aux ventes liées à l'innovation dans les entreprises manufacturières et dans les entreprises de services semblent assez similaires soit, respectivement, de 0,12 et 0,09. Une caractéristique discutable de l'étude est l'inclusion de divers obstacles à l'innovation dans le vecteur des variables exogènes. Par définition, dans les entreprises innovantes, les obstacles à l'innovation ne sont pas indépendants de l'innovation; ainsi, cette spécification pourrait engendrer un biais de simultanéité dans l'estimation des coefficients.

Griffith et coll. (2006) ont analysé des données de 1998-2000 provenant d'enquêtes sur l'innovation en France, en Allemagne, en Espagne et au Royaume-Uni. Contrairement au modèle CDM original, cette étude estime des fonctions d'innovation

distinctes pour les innovations axées sur les procédés et celles axées sur les produits. Les innovations portant sur des produits ont un effet positif sur la productivité du travail (mesurée par les ventes par employé) dans trois pays sur quatre (l'Allemagne faisant exception). Les innovations axées sur les procédés semblent avoir un effet positif uniquement dans les entreprises françaises. Une autre caractéristique originale de cette application du modèle CDM est l'inclusion du financement local, national et communautaire (UE) de la R-D dans l'équation modélisant la décision d'effectuer de la R-D. Cependant, seul le financement au niveau national semble avoir une incidence sur l'intensité de la R-D⁴.

Enfin, Van Leeuwen et Klomp (2006) examinent l'impact de l'innovation sur la croissance de la productivité multifactorielle (PMF) à l'aide de données sur les Pays-Bas. Entre autres caractéristiques, cette étude modélise la rétroaction qui va des ventes de l'entreprise à l'activité d'innovation. Les auteurs affirment que les recettes par employé représentent une base plus appropriée pour évaluer le lien entre les résultats du processus d'innovation et le rendement de l'entreprise parce que les résultats de l'innovation sont mesurés en termes de recettes plutôt que de valeur ajoutée. L'étude montre également que l'estimation du rendement sur l'investissement en innovation profite de l'inclusion de plus de renseignements sur le contexte technologique dans lequel évolue l'entreprise.

2.3 La variante de l'OCDE du modèle CDM visant à établir une valeur de référence pour les pays

Utilisant la variante de Lööf et Heshmati (2006), l'approche CDM à quatre équations en trois étapes, des équipes de chercheurs de 18 pays de l'OCDE, dont le Canada, ont estimé un modèle commun simplifié⁵. La nécessité d'estimer un modèle

⁴ Pour la France, le financement national ressort avec un coefficient négatif, tandis que le coefficient du financement de l'UE est positif.

⁵ Les résultats de cette initiative de recherche conjointe ont été coordonnés dans le cadre d'une série d'ateliers organisés par la WPIA-NESTI (OC-

commun pour tous les pays participants a limité le choix des variables disponibles. Le modèle de l'OCDE utilisait des variables dépendantes standards liées au facteur innovation (dépenses d'innovation par employé), à la production d'innovations (ventes liées à l'innovation par employé) et à la productivité du travail (mesurée par les ventes par employé). Cependant, en raison de la non-disponibilité de données dans certains pays, il n'a pas été possible d'inclure dans l'équation de la productivité les facteurs de production habituels (par exemple, les intrants intermédiaires et le capital humain et matériel) ou, alternativement, utiliser une meilleure variable dépendante (valeur ajoutée par employé). Néanmoins, les principales variables indépendantes dans les quatre équations (comme la taille de l'entreprise, l'exportation, la collaboration, le soutien du gouvernement à l'innovation, etc.) figuraient dans le modèle. Les problèmes de biais de sélection et d'endogénéité entre les ventes liées à l'innovation et la productivité ont été pris en compte.

La principale observation qui ressort de l'initiative de l'OCDE est que, dans tous les pays participants, les entreprises qui innovent semblent se comporter de façon similaire. L'exportation, une grande taille et le fait d'appartenir à un groupe sont des caractéristiques qui haussent la probabilité qu'un établissement ou une entreprise innove. Ces caractéristiques, outre la collaboration à l'innovation et le fait de recevoir un soutien financier public, déterminent l'intensité de l'investissement en innovation. Les ventes de produits liés à l'innovation contribuent de manière significative à la productivité du travail. Les principales élasticités – entre les dépenses d'innovation et les ventes liées à

DE) où Chiara Criscuolo de la London School of Economics a dirigé le travail de programmation économétrique et de coordination. Un bref résumé des résultats a été publié dans le chapitre 5 de *Perspectives des sciences, de la technologie et de l'industrie 2008* publié par l'OCDE, tandis qu'une analyse détaillée est présentée au chapitre 3 de OCDE (2009). Nous présentons, à l'appendice 1, les résultats sommaires pour les 18 pays. Voir Therrien et Hanel (2008) qui renferme plus de renseignements sur les résultats préliminaires pour le Canada. Therrien et Hanel (2009) donnent un aperçu des extensions du modèle « de base » pour le Royaume-Uni, l'Allemagne, les Pays-Bas et le Canada.

l'innovation, ainsi qu'entre les ventes liées à l'innovation et la productivité du travail – sont habituellement positives et se retrouvent dans le même intervalle.

Si l'on examine plus précisément chacune des étapes en comparant le Canada aux autres pays (voir l'appendice 1 pour la spécification du modèle et les tableaux sommaires), les résultats suivants en ressortent.

Première étape – décision d'innover et investissement en innovation

Au Canada comme dans les autres pays, la décision d'innover a une corrélation positive avec l'exportation et la taille de l'entreprise (mesurée par le nombre d'employés); cependant, contrairement à la plupart des pays de l'OCDE, le fait d'appartenir à un groupe de plus grande envergure se traduit, pour les établissements canadiens, par une moins grande probabilité d'innover.

L'intensité de l'investissement en innovation est, dans la plupart des pays de l'OCDE, stimulée par l'exportation, l'appartenance à un groupe, la collaboration à des activités d'innovation avec d'autres entreprises et établissements de recherche, ainsi que par le soutien financier à l'innovation reçu du gouvernement. Au Canada comme dans la plupart des pays, l'effet le plus important sur l'investissement en innovation – mesuré par les dépenses d'innovation par employé – provient des ventes sur les marchés étrangers (coefficient de régression de 0,45). Le second déterminant le plus significatif est le recours aux mesures de soutien gouvernementales (0,18), suivi de la collaboration (0,17) et de l'appartenance à une entreprise de plus grande taille (0,15). Dans la plupart des pays, dont le Canada, un biais de sélection a été détecté et corrigé avec la procédure de Heckman, en incluant le ratio de Mills dans les équations de la production d'innovations et de la productivité.

Deuxième étape – fonction de production de l'innovation

Le logarithme des ventes liées à l'innovation par employé affiche une corrélation positive avec les dépenses d'innovation par employé dans tous les pays, sauf la Suisse, ce qui signifie que les entreprises qui dépensent davantage en innovation par em-

ployé ont des ventes liées à l'innovation plus élevées par employé. Les coefficients varient de 0,14 au Danemark à 0,52 en Nouvelle-Zélande; l'élasticité estimée pour le Canada se situe en milieu de gamme (0,37)⁶. Au Canada comme dans certains autres pays (Finlande, France et Royaume-Uni, par exemple), les entreprises qui adoptent des innovations au niveau des procédés en plus de mettre au point des innovations au niveau des produits montrent des ventes liées à l'innovation plus élevées par employé. D'autres facteurs, dont la taille de l'entreprise, l'appartenance à un groupe et la collaboration avec d'autres entités n'ont pas d'effet systématique sur les ventes liées à l'innovation dans l'ensemble des pays de l'OCDE.

Troisième étape – contribution de l'innovation à la productivité

La productivité du travail est en corrélation positive avec les ventes liées à l'innovation. Les entreprises qui affichent un niveau élevé de ventes liées à l'innovation par employé ont aussi un niveau de productivité plus élevé que les autres entreprises. L'élasticité estimée pour l'ensemble des pays varie de 0,23 à 0,86, le coefficient du Canada (0,44) se trouvant au milieu de l'intervalle. Les entreprises de plus grande taille ont une productivité légèrement supérieure, mais l'effet de la taille est modeste. Le fait d'appartenir à un groupe est aussi associé à une plus grande productivité. Une observation plus étonnante est le coefficient négatif et statistiquement significatif de la variable représentant l'innovation axée sur les procédés. Celle-ci semble avoir un effet positif sur la productivité seulement de façon indirecte, par le jeu d'une corrélation positive avec les ventes liées à l'innovation dans l'équation de la seconde étape.

Résumant les résultats pour le Canada, le modèle de l'OCDE incite à penser que les entreprises exportatrices ont une plus

⁶ À l'exception de l'Autriche, l'élasticité des ventes liées à l'innovation par rapport aux dépenses d'innovation est statistiquement significative au seuil de 1 p. 100 pour tous les pays. À noter que les coefficients positifs et statistiquement significatifs tiennent uniquement lorsque l'endogénéité entre les dépenses d'innovation et les ventes liées à l'innovation est rejetée. Le problème de l'endogénéité dans l'utilisation des données canadiennes est examiné dans la section suivante.

grande probabilité de lancer des produits nouveaux et améliorés et d'investir davantage en innovation que les entreprises qui n'exportent pas. Les entreprises qui collaborent à des projets d'innovation et celles qui reçoivent un soutien financier du gouvernement dépensent davantage en innovation par employé que les autres entreprises, mais l'effet de ces deux variables est notablement plus limité et moins significatif au Canada que dans d'autres pays. L'équation des ventes liées à l'innovation montre que des dépenses plus élevées en innovation et la collaboration avec des partenaires privés sont reliées à un meilleur rendement en ce qui a trait à l'innovation axée sur les produits, elle-même liée à une meilleure productivité du travail. Les grandes entreprises ont significativement plus de chance d'innover et d'atteindre une productivité plus élevée que les petites entreprises. Au Canada comme dans la plupart des pays, l'innovation axée sur les procédés améliore la productivité seulement de façon indirecte, par le biais de son impact positif sur l'innovation au niveau des produits; l'effet direct de l'innovation au niveau des procédés sur la productivité semble limité et, contrairement aux attentes, négatif.

Dans l'ensemble, les coefficients de régression estimés qui sont statistiquement significatifs se ressemblent beaucoup d'un pays à l'autre non seulement pour l'équation de la productivité, mais aussi pour ce qui est de l'élasticité des ventes liées à l'innovation par rapport aux dépenses en innovation, de même que pour l'équation décrivant l'investissement en innovation et la décision d'innover. Ainsi, en dépit des contraintes qui ont pesé sur la gamme et le choix des variables par souci de comparabilité internationale, le modèle estimé produit des résultats dans l'ensemble comparables pour les pays de l'OCDE entrant dans l'échantillon.

Néanmoins, en raison des contraintes des données, les résultats du modèle de l'OCDE doivent être interprétés avec prudence. Voici certains exemples évidents d'aspects sous-optimaux de l'étude portant sur l'ensemble de l'OCDE : l'utilisation d'une mesure sous-optimale de la productivité (la valeur ajoutée ou des variables représentant la productivité totale des facteurs auraient constitué de meilleurs choix comme mesure de la pro-

ductivité que la rotation totale par employé); la spécification de l'équation aurait gagné à inclure des facteurs de production aussi importants que le capital humain et matériel; enfin, l'utilisation de variables binaires lorsque des variables quantitatives étaient disponibles pour certains pays (p. ex., le pourcentage des ventes à l'exportation).

De plus, le manque de robustesse de certaines élasticités importantes (entre la production d'innovations et l'intrant innovation et entre la productivité et la production d'innovations) nécessite une analyse plus approfondie et une correction des biais qui pourraient être causés par l'endogénéité des variables liées à l'innovation. Enfin, d'autres travaux sont requis avant d'accepter les coefficients négatifs déroutants obtenus entre l'innovation au niveau des procédés et l'équation de la productivité.

Dans les sections suivantes, nous raffinons le modèle afin de voir si les résultats du modèle de l'OCDE valent pour le Canada lorsque d'autres relations importantes sont ajoutées et que l'on emploie des variables qui conviennent mieux.

3. Le modèle canadien étendu

En utilisant des données canadiennes non contraintes par des exigences de comparabilité internationale, nous pouvons construire un modèle plus complet englobant toutes les variables pertinentes disponibles pour obtenir des résultats plus fiables. Les modifications apportées au modèle de base de l'OCDE sont notamment les suivantes :

- Une meilleure mesure de la productivité (la valeur ajoutée par employé plutôt que les recettes par employé).
- Des variables représentant le capital humain et le capital matériel dans l'équation de la productivité.
- Dans la mesure du possible, le remplacement des variables binaires par des variables quantitatives.
- L'ajout d'autres variables de contrôle pertinentes telles que la R-D réalisée en sous-traitance.

Nous avons procédé à des tests économétriques approfondis pour évaluer la robustesse des principaux résultats obtenus en ce

qui a trait aux liens entre le facteur innovation, la production d'innovations et la productivité des entreprises (en vérifiant la présence possible de problèmes d'« endogénéité » entre ces variables, qui aurait faussé les résultats). Enfin, nous avons testé différentes variables et différents modèles afin d'évaluer le résultat préliminaire contre-intuitif d'un coefficient négatif pour le lien entre l'innovation axée sur les procédés et la productivité des entreprises.

3.1 Le modèle

Le modèle canadien enrichi incorpore des liens supplémentaires et plus raffinés à chaque étape de l'analyse, ainsi qu'une meilleure modélisation de l'équation de la productivité. La spécification de chaque équation est présentée ci-dessous.

$$(A0) \quad \text{innov_strict} = \beta_0^0 + \sum_n \beta_n^0 X_n^0 + \varepsilon^0$$

Si innov_strict = 1 :

$$(A1) \quad \log(\text{inn_exp}/\text{emp}) = \beta_0^1 + \sum_m \beta_m^1 X_m^1 + \varepsilon^1$$

$$(A2) \quad \log(\text{inn_sale}/\text{emp}) = \beta_0^2 + \beta^2 \log(\text{inn_exp}/\text{emp}) + \beta_{MR} MR + \sum_l \beta_l^2 X_l^2 + \varepsilon^2$$

$$(A3) \quad \log(\text{VA}/\text{emp}) = \beta_0^3 + \beta^3 \log(\text{inn_sale}/\text{emp}) + \beta_{MR} MR + \sum_j \beta_j^3 X_j^3 + \varepsilon^3$$

Dans ces équations, les variables dépendantes sont définies par :

(A0)	innov_strict	= 1 si inn_exp>0 et inn_sale>0; autrement = 0
(A1)	LRTOTPE log(inn_exp/emp)*	= log(dépenses totales en innovation par employé)
(A2)	LISPE log(inn_sale/emp)*	= log(ventes liées à l'innovation par employé)
(A3)	LVAPE log(value added/emp)	= log(recettes totales par employé)

* Variables potentiellement endogènes

Les variables explicatives pour chaque équation sont présentées ci-dessous.

Pour l'équation A0, le vecteur des variables explicatives, X_n^0 , comprend :

- l'emploi sous forme logarithmique (*LEMP*);
- le pourcentage des ventes exportées aux États-Unis (*EXPORT_US*);
- le pourcentage des ventes exportées vers d'autres marchés étrangers (*EXPORT_OT*);
- la part des recettes totales provenant des autres établissements au sein du groupe (*INTRA_SALE*);
- le soutien gouvernemental sous forme de subvention (*GRANT*) ou d'un crédit d'impôt à la R-D (*GTXC*);

et des facteurs de réussite importants tels que :

- rechercher de nouveaux marchés (*FAC_NEW*);
- satisfaire les clients actuels (*FAC_EXIST*);
- développer des produits de conception personnalisée (*FAC_CUSTOM*);
- la part de marché de l'établissement au début de la période (*MKTSH02*);

et des variables nominales pour l'industrie (*SIC_stan*).

Pour l'équation A1, le vecteur des variables explicatives, X_m^1 , comprend :

- l'emploi sous forme logarithmique (*LEMP*) ou le logarithme de l'emploi au début de la période (*LEMP02*);
- le pourcentage des exportations aux États-Unis (*EXPORT_US*);
- le pourcentage des exportations vers d'autres marchés étrangers (*EXPORT_OT*);
- la part des recettes tirées des ventes au client le plus important ou ne faisant pas partie de l'entreprise (*MIC*);
- la collaboration axée sur l'innovation (*COOP*);
- le soutien gouvernemental sous forme de subventions (*GRANT*) ou de crédits d'impôt à la R-D (*GTXC*);
- la part de marché de l'établissement au début de la période (*MKTSH02*);
- la R-D confiée en sous-traitance (*RD_OUT*);
- des variables nominales pour l'industrie (*SIC_stan*).

Pour l'équation A2, le vecteur des variables explicatives, X_i^2 , comprend :

- l'emploi sous forme logarithmique (*LEMP*);
- le fait que l'établissement fasse partie d'un groupe (*GP*);
- les dépenses en innovation par employé sous forme logarithmique (*LRTOTPE**);
- l'adoption d'une innovation au niveau des procédés (*PROCESS*);
- les sources d'information sur l'innovation provenant d'institutions publiques (*S_PUB*), de sources du marché (*S_MARKET*) ou de sources internes (*S_INTRA*);
- le capital humain (*HC*);
- le capital matériel par employé sous forme logarithmique (*LGPE*);
- le ratio de Mills (*MR*); et
- des variables nominales pour l'industrie (*SIC_stan*).

Pour l'équation A3, le vecteur des variables explicatives, X_j^3 , comprend :

- l'emploi sous forme logarithmique (*LEMP*);
- le fait que l'établissement fasse partie d'un groupe (*GP*);
- le logarithme des ventes liées à l'innovation par employé (*LISPE**);
- l'adoption d'une innovation au niveau des procédés (*PROCESS*);
- le ratio de Mills (*MR*);
- le capital humain (*HC*);
- le capital matériel par employé sous forme logarithmique (*LGPE*);
- la productivité du travail au début de la période (2002) (*LVAPE02*); et
- des variables nominales pour l'industrie (*SIC_stan*).

Dans l'équation A3, la variable instrumentale pour les ventes liées à l'innovation, *LISPE*, est donnée par l'équation suivante :

$$Z(LISPE) = [LRTOTPE, S_INTRA; S_PUB; S_MARKET].$$

Aux fins de l'estimation, nous utilisons la procédure en deux étapes de Heckman (Heckit) pour les équations A0 et A1. La variable du ratio de Mills estimée lors de la première étape (équation A0, qui modélise le choix de faire de l'innovation) est utilisée pour corriger le biais de sélection dans la modélisation des dépenses d'innovation de l'équation A2. Celle-ci, qui modélise les ventes liées à l'innovation, est estimée à l'aide d'un modèle MCO simple, puisque l'hypothèse d'exogénéité des dépenses d'innovation en tant que déterminant des ventes liées à l'innovation ne peut être rejetée⁷. Par conséquent, il n'est pas nécessaire de faire intervenir un instrument pour les dépenses d'innovation dans cette équation. Par contre, les tests ont montré que les ventes liées à l'innovation étaient endogènes dans l'équation de la productivité (A3). Par conséquent, cette dernière équation a été estimée à l'aide d'une procédure des moindres carrés en deux étapes, en utilisant une variable instrumentale pour les ventes liées à l'innovation. Le ratio de Mills produit à la première étape est également inclus comme variable explicative dans l'équation A3.

Une brève analyse des variables exogènes employées dans les quatre équations est présentée dans ce qui suit.

Décision d'innover et intrants axés sur l'innovation

Plutôt que d'identifier simplement l'activité d'exportation par une variable nominale, comme dans le modèle de base de l'OCDE, les données de l'Enquête sur l'innovation de 2005 au Canada permettent d'utiliser le pourcentage réel des ventes sur le marché américain (*EXPORT_US*) et les autres marchés étrangers (*EXPORT_OT*). De façon générale, les exportateurs ont tendance à être plus innovateurs (Becker et Egger, 2007) et plus

⁷ Une version antérieure de la présente étude (Therrien et Hanel, 2008) décrivait tous les tests effectués pour évaluer si l'endogénéité potentielle entre les dépenses d'innovation et les ventes liées à l'innovation étaient suffisamment importante pour nécessiter le recours à une régression IV. Nous nous limiterons à affirmer à ce stade que ces tests n'ont pas fait ressortir la nécessité d'utiliser une régression IV. Plus de détails au sujet de ces tests et des résultats obtenus sont présentés dans les sections suivantes. Les résultats détaillés sont disponibles sur demande.

productifs (Tybout, 2001; Wagner 2007). Cela est en partie attribuable à un *effet de sélection* étant donné que seules les entreprises les plus concurrentielles peuvent soutenir la rivalité étrangère et réussir à exporter. En raison de l'intégration étroite du Canada à l'économie américaine, les ventes sur le marché américain peuvent représenter un défi moins redoutable que les exportations vers d'autres régions. Ces dernières peuvent exiger des compétences plus pointues, y compris la capacité d'innover. De même, conformément à l'hypothèse de l'*apprentissage par l'exportation*, on peut penser que la participation aux marchés étrangers permet aux entreprises d'acquérir de nouvelles connaissances qui les rendent plus efficaces (De Loecker, 2006). Selon Baldwin et Gu (2003), les entreprises de propriété canadienne qui exportent des produits manufacturés, notamment celles qui sont nouvellement arrivées sur les marchés étrangers et les jeunes entreprises, semblent profiter de ces deux effets.

Des résultats antérieurs (OCDE, 2008; Peters, 2008) montrent que les établissements qui font partie d'une entité plus vaste ont une plus grande probabilité d'innover et de dépenser davantage en innovation. Ce pourrait être le cas de nombreux établissements de petite taille qui sont en mesure de profiter des ressources et de l'expertise d'une entreprise. Nous avons tenté d'évaluer si la « vigueur » du lien avec une entreprise de plus grande taille influe sur le comportement d'un établissement en matière d'innovation et de dépenses d'innovation. La vigueur de ce lien est exprimée par la part des recettes totales provenant d'autres établissements de la même entreprise (*INTRA_SALE*).

Enfin, comme on le souligne dans les textes sur la gestion, le fait de cibler un client important ou de rechercher la diversification par un plus grand nombre de clients est considéré comme un facteur qui influe sur le comportement des établissements au chapitre de l'innovation. Les entreprises qui tirent une proportion élevée de leurs recettes totales de leur client le plus important (*MIC*) seront vraisemblablement exposées à moins d'incertitude quant à l'adoption de leur innovation par leur principal client. Souvent, l'innovation peut avoir été créée en collaboration avec le client le plus important, ou à sa demande. L'hypothèse que cette variable peut être reliée à la description

de la relation entre le client et le fournisseur spécialisé offerte par Pavitt (1984).

Les facteurs considérés par une entreprise comme étant à l'origine de sa réussite (qui obtiennent une cote « élevée » sur l'échelle de Lickert) seront vraisemblablement liés à la décision d'innover. La recherche active de nouveaux marchés (*FAC_NEW*), la satisfaction des clients existants (*FAC_EXIST*) et le développement de produits de conception personnalisée (*FAC_CUSTOM*) sont des stratégies de réussite que l'on juge étroitement liées à la décision d'innover⁸.

Le soutien gouvernemental abaisse le coût marginal de l'innovation et, partant, réduit l'un des principaux obstacles à l'innovation (Czarnitzki, Hanel et Rosa, 2005). La décision d'innover peut être motivée par le soutien gouvernemental, comme c'est le cas dans certains pays européens (Griffith et coll., 2006). Deux variables nominales qui indiquent si une entreprise a demandé des crédits d'impôt à la R-D (*GTXC*) et/ou reçu des subventions à la R-D (*GRANT*) sont incluses dans les équations de sélection et de dépenses d'innovation⁹.

Les établissements, en particulier les plus petits qui ne font pas régulièrement de R-D, peuvent confier à contrat certains travaux de R-D à des instituts privés ou publics. Par contre, l'accès à la R-D externe peut venir compenser le manque de compétences internes d'une entreprise sur le plan de la R-D. Ainsi, il n'est pas clair, *a priori*, que la cession en sous-traitance de travaux de R-D est un substitut ou un complément de l'intensité des dépenses d'innovation. Dans le cas des entreprises qui font exécuter à

⁸ L'inclusion de ces variables sert aussi à une autre fin. Pour identifier et distinguer les entreprises innovatrices et non innovatrices (aux fins de l'équation de sélection), nous avons besoin de renseignements sur l'ensemble des entreprises; malheureusement, peu de questions posées dans les enquêtes sur l'innovation donnent lieu à des réponses de la part tant des entreprises innovatrices que des entreprises non innovatrices. Les facteurs de réussite figurent parmi les quelques questions auxquelles les deux types d'entreprises ont répondu; ces renseignements ont été utiles pour obtenir de meilleurs résultats pour l'ensemble du modèle.

⁹ Malheureusement, les renseignements sur le montant des subventions et des crédits d'impôt n'étaient pas disponibles dans notre base de données.

contrat des travaux de R&D, le signe et la signification statistique du coefficient de régression de la variable nominale (*RD_OUT*) indique si – et dans quelle mesure – cette stratégie influe sur l’investissement de l’entreprise en activités innovatrices. La rentabilité de l’innovation devrait être plus élevée, la part de marché détenue par l’entreprise (*MKTSH02*) est grande.

Équation de la production d’innovations

La production d’innovations est mesurée par le logarithme des ventes de produits et services nouveaux et améliorés par employé (*LISPE*). La spécification des variables explicatives de cette équation est similaire à celle du modèle de base de l’OCDE. Outre le logarithme des dépenses d’innovation par employé (*LRTOTPE*) et le logarithme de l’emploi de l’entreprise (*LEMP*), elle comprend trois sources précises de renseignements sur l’innovation (*S_INTRA*, *S_PUB*, et *S_MARKET*) en remplacement des quatre variables spécifiques pour la collaboration qui n’ont pas donné de très bons résultats pour le Canada dans le modèle de base de l’OCDE. Les études antérieures montrent que l’innovation non seulement profite des compétences en R-D mais aussi, dans bien des cas, des idées et des suggestions provenant d’autres sources internes comme les gestionnaires (en particulier dans les entreprises de plus petite taille qui n’ont pas de division structurée de R-D), le personnel des ventes, de la commercialisation et de la production, ainsi que diverses sources externes. Puisque la mesure des résultats pertinents à l’innovation (*LISPE*) est la valeur des ventes de produits nouveaux et améliorés par employé, on peut s’attendre à ce qu’elle soit étroitement liée à l’information provenant de partenaires commerciaux comme les clients et les fournisseurs et des institutions de recherche publiques (Baldwin et Hanel, 2003; Landry et Amara, 2003).

Équation de la productivité

Nous mesurons la productivité du travail par la valeur ajoutée par employé, une mesure plus appropriée que les recettes totales par employé, comme dans le modèle de base de l’OCDE. Nous avons amélioré encore le modèle de l’OCDE en incluant dans l’équation de la productivité, conformément à la théorie de la

fonction de production, le capital humain, représenté par la proportion de détenteurs d'un diplôme universitaire au sein de l'effectif total de l'entreprise (*HC*) et le capital matériel, représenté par le coût du combustible et de l'énergie utilisés (*LGIPE*) sous forme logarithmique¹⁰. La productivité du travail d'une entreprise devrait aussi être influencée par ses activités innovatrices – c'est-à-dire par le résultat de l'innovation axée sur les produits (*LISPE*) et de l'innovation axée sur les procédés (*PROCESS*). Les entreprises qui ont une plus grande productivité au début de la période (*LVAPE02*) devraient aussi afficher une productivité supérieure en fin de période.

3.2 Les données

Les données proviennent de l'Enquête sur l'innovation au Canada réalisée en 2005 auprès des industries manufacturières et forestières (période de référence : 2002 à 2004), qui est liée à l'Enquête annuelle sur les manufactures et l'exploitation forestière¹¹. La population ciblée par l'enquête est constituée des établissements de plus de 19 employés ayant un chiffre d'affaires d'au moins 250 000 dollars selon le Registre des entreprises de Statistiques Canada (version de juin 2005). L'enquête liée comprend au total 6 109 observations.

Des 6 109 observations, nous n'avons conservé que celles qui portaient sur des entreprises du secteur manufacturier ayant un revenu positif et plus de neuf employés selon les données de L'Enquête annuelle sur les manufactures et l'exploitation fores-

¹⁰ En raison de contraintes de données, nous avons utilisé les dépenses en énergie et en combustible dans les activités manufacturières comme mesure approximative du capital matériel. La consommation d'énergie est étroitement liée au capital matériel et a été utilisée avec succès comme variable de remplacement pour le capital (voir, p. ex., Hillman et Bullard, 1978).

¹¹ L'Enquête sur l'innovation de 2005, réalisée par Statistique Canada, n'englobait pas les entreprises de services. Les données de l'Enquête sur l'innovation sont liées aux principales statistiques de l'Enquête annuelle sur les manufactures et l'exploitation forestière de 2002 et de 2004. Pour plus de détails sur cette enquête, veuillez consulter le site <http://www.statcan.ca/french/sdds/4218.htm>.

tière afin de normaliser la population cible en fonction des critères adoptés pour l'ensemble des pays de l'OCDE¹². L'échantillon canadien final comptait 5 355 observations.

Encadré 1 : Liste des variables

Symbole	Description
<i>COOP</i>	Établissement collaborant à des activités d'innovation
<i>EXPORT_OT</i>	Pourcentage des recettes totales de l'établissement exportées vers d'autres destinations
<i>EXPORT_US</i>	Pourcentage des recettes totales de l'établissement exportées vers les États-Unis
<i>FAC_CUSTOM</i>	Développer des produits de conception personnalisée est le facteur le plus important de la réussite de l'établissement
<i>FAC_EXIST</i>	Satisfaire les clients existants est le facteur le plus important de la réussite de l'établissement
<i>FAC_NEW</i>	Rechercher de nouveaux marchés est le facteur le plus important de la réussite de l'établissement
<i>INTRA_SALE</i>	Pourcentage des recettes totales de l'établissement en 2004 provenant d'autres établissements au sein de l'entreprise
<i>GP</i>	Les opérations de l'établissement s'inscrivent dans celles d'une entreprise de plus grande taille
<i>GRANT</i>	L'établissement (entreprise) a eu recours à des subventions gouvernementales à la R-D
<i>GTXC</i>	L'établissement (entreprise) a eu recours à des crédits d'impôt à la R-D
<i>HC</i>	Capital humain (pourcentage des employés à temps plein possédant un diplôme universitaire)
<i>LEMP (LEMP02)</i>	Logarithme de l'emploi (logarithme de l'emploi au début de la période (2002))
<i>LGIPE</i>	Variable de remplacement du capital matériel (coût de l'énergie et du combustible par employé), sous forme logarithmique

¹² Certaines entreprises comptant moins de 20 employés (également, des entreprises de moins de 9 employés) ont été repérées dans la base de données. La population visée par l'enquête a été définie en utilisant la version de juin 2005 du Registre des entreprises de Statistique Canada. L'Enquête annuelle sur les manufactures et l'exploitation forestière englobe des données de 2002 et de 2005.

<i>LISPE</i>	Logarithme des ventes liées à l'innovation par employé
<i>LRTOTPE</i>	Logarithme des dépenses totales en innovation par employé
<i>LVAPE</i>	Logarithme de la valeur ajoutée par employé
<i>LVAPE02</i>	Logarithme de la valeur ajoutée par employé au début de la période (2002)
<i>MIC</i>	Pourcentage des recettes totales de l'établissement en 2004 provenant du client le plus important
<i>MKTSH02</i>	Part de marché de l'établissement au début de la période (part de la production de l'établissement dans la production de l'industrie)
<i>PROCESS</i>	L'établissement a mis en place un procédé de production, une méthode de distribution ou une activité de soutien pour ses biens et services nouveaux ou sensiblement améliorés
<i>RD_OUT</i>	Travaux de R-D confiés à contrat
<i>S_INTRA</i>	Information sur l'innovation provenant de sources internes
<i>S_PUB</i>	Information sur l'innovation provenant de sources publiques
<i>S_MARKET</i>	Information sur l'innovation provenant de sources du marché
INDUSTRIE	Des variables nominales pour l'industrie sont incluses dans toutes les équations.
<i>Food + Tobacco</i>	Aliments et tabac (SCIAN : 311-312)
<i>Textile</i>	Textile, vêtement et cuir (SCIAN : 313-316)
<i>Wood</i>	Produits du bois (SCIAN : 321)
<i>Paper</i>	Papier et impression (SCIAN : 322-323)
<i>Petro + Chem</i>	Pétrole, produits chimiques et plastiques et caoutchouc (324-326)
<i>Non-metal</i>	Produits non métalliques (SCIAN : 327)
<i>Fab-metal</i>	Métaux primaires et produits métalliques (SCIAN : 331-332)
<i>M&E + Telecom</i>	Machines, produits électriques et électroniques, ordinateurs et communications (SCIAN : 334-335)
<i>Transport</i>	Transport (y compris l'aérospatiale) (SCIAN : 336)
<i>NEC</i>	Meuble et industries manufacturières (SCIAN : 337-339)

3.3 Comparaison des entreprises innovatrices et non innovatrices

Avant de passer à l'analyse des résultats économétriques, nous présentons une brève analyse descriptive des données figurant au tableau 1. Tout d'abord, 66 p. 100 des établissements canadiens se décrivent comme innovateurs du fait d'avoir adopté un produit ou un procédé nouveau au cours des trois dernières années. Le niveau moyen de productivité (*VAPE*) des entreprises innovatrices est 11 p. 100 plus élevé (valeur ajoutée supérieure de 10 000 dollars par employé) que celui des entreprises non innovatrices¹³.

En ce qui a trait aux caractéristiques de l'entreprise, celles qui sont innovatrices ont généralement une taille plus grande (*EMP* : moyenne de 109 employés pour les entreprises innovatrices et de 70 employés pour les entreprises non innovatrices) et une probabilité plus élevée de faire partie d'une entreprise de plus grande taille (*GP*: 37 p. 100 c. 31 p. 100). Les entreprises innovatrices comptent, en moyenne, une part plus élevée de diplômés universitaires au sein de leur effectif (*HC* : 10 p. 100 c. 7 p. 100). Cependant, il n'y a pas de différence statistiquement significative dans l'intensité du capital matériel (*GPE*) entre les deux groupes. Les entreprises innovatrices sont aussi plus exposées au marché international car elles exportent une part plus élevée de leurs produits (aux États-Unis et sur d'autres marchés) que les entreprises non innovatrices. Pour ce qui est des stratégies d'affaires des entreprises, tant celles qui innoveront que celles qui n'innoveront pas consacrent une part similaire de leurs ventes à leur client le plus important (*MIC* : un peu moins de 30 p. 100 des ventes), tandis que les entreprises innovatrices ont une plus grande probabilité d'être activement à la recherche de nouveaux marchés (*FAC_NEW*) et de développer des produits de conception personnalisée (*FAC_CUSTOM*) parmi les fac-

¹³ Note : Le résultat obtenu pour les entreprises innovatrices qui sont plus productives que les entreprises non innovatrices tient également lorsqu'on calcule un modèle de régression simple où la taille de l'entreprise et le capital humain et le capital matériel sont pris en compte.

teurs importants de leur réussite, par rapport aux entreprises qui n'innovent pas. Satisfaire des clients existants est perçu comme étant tout aussi important par les entreprises innovatrices que par celles qui n'innovent pas.

Le tableau 2 renferme des renseignements sur le sous-échantillon des entreprises et des établissements considérés comme étant des innovateurs au « sens strict » du terme – c'est-à-dire des entreprises qui ont déclaré à la fois des dépenses en innovation et des ventes liées à l'innovation. C'est ce sous-échantillon qui a été utilisé dans le modèle économétrique (plus précisément, dans les équations A1 à A3). La productivité moyenne du travail des entreprises innovatrices, au sens « strict » est légèrement inférieure (103,76) à celle de l'ensemble des entreprises qui ont déclaré avoir innové (106,99) (voir la colonne 1 du tableau 1). Les entreprises innovatrices au sens strict consacrent, en moyenne, 11 p. 100 de leurs dépenses totales en activités d'innovation et 22 p. 100 de leurs ventes totales proviennent de produits innovateurs¹⁴.

La comparaison avec l'ensemble des entreprises innovatrices révèle qu'une proportion légèrement plus élevée des entreprises innovatrices au sens « strict » du terme a eu recours à divers programmes de soutien gouvernementaux; cependant, seule la différence associée aux crédits d'impôt pour la R-D est statistiquement significative. Le logarithme moyen des ventes liées à l'innovation par employé (*LISPE*) est de 3,21, soit environ 25 000 dollars par employé¹⁵. Plus d'une entreprise sur quatre collaborait à des activités d'innovation avec d'autres entreprises et institutions, et près d'une sur cinq faisait exécuter des travaux de R-D à contrat.

¹⁴ En raison d'un protocole de Statistique Canada, il n'a pas été possible de publier les dépenses moyennes en activités d'innovation par employé (le coefficient de variation de cette variable descriptive était trop élevé). Par conséquent, nous présentons la part moyenne des dépenses d'innovation et des ventes liées à l'innovation. À noter, toutefois, que l'intensité des dépenses d'innovation et des ventes par employé exprimées en dollars a été utilisée dans les régressions.

¹⁵ Voir le renvoi précédent. Le même problème (protocole de Statistique Canada) nous a empêchés de présenter un chiffre plus précis.

4. Interprétation du modèle estimé

Les résultats du modèle à quatre équations en trois étapes appliqué à l'ensemble de données enrichi pour le Canada sont présentés au tableau 3. Quatre variantes du modèle ont été estimées.

Les deux premières, présentées dans les colonnes (1) et (2), reposent sur un ensemble de données englobant des entreprises de toute taille. La principale différence entre ces deux variantes concerne l'utilisation, dans la variante (2), de variables (emploi, part de marché et niveau de productivité) décrivant les caractéristiques des entreprises *au début de la période*. L'introduction du niveau de productivité au début de la période (*LVAPE02*) parmi les variables explicatives permet de distinguer l'effet de l'innovation sur la productivité en 2004 de l'effet du niveau préexistant de productivité en 2002, alors que l'ajout de la part de marché de l'entreprise (*MKTSH02*)¹⁶ donne de l'information utile pour déterminer si l'entreprise occupe une position dominante sur le marché canadien. À noter, toutefois, que toutes les entreprises ne figurent pas à la fois dans l'EAMEF de 2002 et de 2004. L'utilisation des données couvrant à la fois les années 2002 et 2004 entraîne donc une perte d'environ 1 000 observations. C'est pourquoi les résultats obtenus à l'aide de l'échantillon complet sont présentés et analysés.

Enfin, étant donné que d'autres études montrent que la taille de l'entreprise compte autant pour l'innovation que pour la productivité, des estimations distinctes ont aussi été faites pour les petites et moyennes entreprises (PME), soit celles employant moins de 150 personnes, et pour les grandes entreprises; ces résultats figurent dans les colonnes (3) et (4), respectivement. L'interprétation de ces variantes suit l'analyse des deux premières.

¹⁶ À noter que le dénominateur de cette variable est la production brute en 2002 (aux prix courants par industrie, selon la « Base de données sur la productivité industrielle » (KLEMS 1961-2003) de Statistique Canada, mise à la disposition des chercheurs en vertu de l'Initiative de démocratisation des données, sur support CD (janvier 2008).

4.1 Aperçu des résultats d'estimation : variantes du modèle avec des entreprises de toute taille

La probabilité qu'une entreprise soit innovatrice au sens strict du terme augmente avec la taille de l'entreprise, mesurée par emploi. Cela corrobore les résultats d'autres études canadiennes sur l'innovation (Baldwin et Hanel, 2003; Baldwin et Gellatly, 2003; Gault, 2003).

Selon le modèle de base de l'OCDE, les exportateurs ont plus de chance d'innover que les non exportateurs¹⁷. Les données plus détaillées sur l'activité d'exportation utilisées dans le présent modèle révèlent toutefois que la probabilité qu'une entreprise soit innovatrice au sens strict du terme augmente uniquement avec la proportion des exportations allant vers des destinations autres que le marché plus familier des États-Unis. Cela pourrait vouloir dire que l'exportation vers des marchés d'outre-mer est plus exigeante, mais aussi plus profitable.

¹⁷ La relation entre l'exportation et l'innovation est tout probablement endogène. Dans leurs activités d'innovation, les entreprises exportatrices profitent des retombées des connaissances provenant de marchés étrangers, et l'exportation contribue à la fois à stimuler l'innovation en augmentant la taille du marché sur lequel les innovations sont vendues, et à la stimulation concurrentielle qui fait souvent de l'innovation une condition incontournable de la survie et de l'expansion sur le marché d'exportation. Par contre, une entreprise peut être présente sur le marché d'exportation en raison d'innovations antérieures ou actuelles qui lui ont ouvert de nouveaux débouchés et/ou accru sa productivité et sa compétitivité à l'étranger. La causalité va certes dans les deux sens et notre modèle ne tente pas de départager la relation complexe entre l'exportation et l'innovation. Une étude portant sur un vaste échantillon d'entreprises des Pays-Bas a révélé que l'intensité d'exportation d'une entreprise avait un effet positif sur la probabilité qu'elle ait des activités de R&D et l'intensité de ces activités. L'autre direction que peut prendre la causalité a aussi été observée. Les activités de R-D d'une entreprise (mais non l'intensité de ces activités) augmentent la probabilité d'exporter (Kleinknecht et Oostendorp, 2002). Au Canada, Baldwin et Gu (2003) ont montré que l'apprentissage lié à l'exportation est notamment présent dans les entreprises de propriété canadienne et les « jeunes » entreprises. On a aussi observé que l'exportation améliorait la productivité, en particulier dans les établissements contrôlés par des intérêts nationaux.

L'intégration de l'établissement au sein de l'entreprise importe également, même si son effet sur l'innovation est limité. Les établissements qui touchent une part importante de leurs recettes de ventes faites à d'autres établissements de l'entreprise (*INTRA_SALE*) ont une probabilité marginalement plus élevée d'être innovatrices au sens strict.

L'orientation stratégique de l'entreprise est un déterminant important de l'innovation. Les entreprises qui attribuent leur réussite à une stratégie de recherche de nouveaux marchés ont plus de chance d'innover, comme c'est le cas des entreprises qui développent des produits personnalisés. Par contre, les entreprises qui orientent leur stratégie sur la satisfaction des clients actuels ont une moins grande probabilité d'innover.

Le soutien public à l'innovation par le biais de crédits d'impôt à la R-D ou de subventions stimule l'activité de R-D et accroît la probabilité qu'une entreprise soit innovatrice au sens strict.

Enfin, la valeur statistiquement significative de *rho* (le coefficient de corrélation entre les termes d'erreur des équations de sélection et de résultats) montre l'importance de corriger le biais de sélection en appliquant la procédure Heckit.

Les résultats du modèle (2) montrent que l'effet positif de la taille sur la probabilité d'être un innovateur au sens strict disparaît presque complètement (le coefficient est à peine statistiquement significatif au seuil de 10 p. 100) lorsqu'on contrôle pour la taille de l'entreprise au début de la période. Outre le coefficient réduit de la variable de l'emploi et certaines variations dans l'effet de l'exportation sur la décision d'innover, il n'y a pas beaucoup de différence entre les deux modèles.

L'équation de l'intrant innovation

L'équation (A1) est l'équation de résultats issue de l'application de la procédure de Heckman, qui modélise les dépenses d'innovation de l'entreprise par employé. Les coefficients de régression estimés sont présentés dans le second volet du tableau 3.

Puisqu'un investissement en innovation est essentiellement un coût fixe, l'intensité de l'investissement en innovation mesu-

rée par les dépenses totales d'innovation par employé diminue manifestement avec la taille de l'effectif.

Le lien étroit observé entre l'exportation hors du marché des États-Unis et l'investissement en innovation se confirme. Cependant, même les entreprises qui exportent vers le marché américain dépensent davantage en innovation par employé que les entreprises non exportatrices.

Les entreprises collaborant à des projets d'innovation ont une probabilité accrue de dépenser davantage en innovation que celles qui ne collaborent pas à de tels projets. Cela semble vouloir dire que le fait de collaborer ne constitue probablement pas une mesure d'économie au niveau des coûts, mais plutôt un effort pour étendre la portée d'un projet ou pour trouver des compétences complémentaires à celles de l'entreprise.

De façon similaire, le fait de confier en sous-traitance des travaux de R-D ne semble pas constituer une stratégie de réduction des coûts. L'estimation positive de l'élasticité indique que les entreprises qui ont une intensité plus élevée de dépenses en innovation ont aussi une plus grande probabilité de faire exécuter des travaux de R-D en sous-traitance plutôt que d'utiliser des contrats de R-D comme solution de rechange à leurs propres activités d'innovation.

Fait intéressant, alors que les stimulants fiscaux et les subventions directes à l'innovation ont un lien positif avec la probabilité d'être innovateur au sens strict (l'interprétation de l'équation de sélection ci-dessus) ils ne sont pas associés à une plus grande intensité de dépenses d'innovation¹⁸.

¹⁸ En utilisant le modèle de l'OCDE, le coefficient du soutien financier public à la R&D pour le Canada est positif et significatif, mais avec une corrélation plus faible (significatif seulement au seuil de 10 p. 100) que pour les autres pays (voir l'appendice 1, pour plus de détails). L'effet disparaît lorsque nous utilisons le modèle étendu. Il est à noter que des variables quantitatives (montant réel des subventions et des crédits d'impôt à la R-D) seraient nécessaires pour obtenir un meilleur tableau de l'effet de causalité réel sur l'intensité des dépenses d'innovation des entreprises. Comme nous l'avons indiqué précédemment, de telles données n'étaient pas disponibles dans la base de données utilisée.

Comme le laisse penser l'analyse microéconomique, les entreprises qui détiennent une plus grande part de marché au début de la période investissent davantage en innovation par employé que celles qui ont une part de marché plus limitée.

Équation de la production d'innovations

L'équation de la production d'innovations montre la contribution de diverses variables à la production d'innovations (*LISPE*), mesurée comme étant la valeur des produits nouveaux et améliorés – innovations au niveau des produits – par employé. Cette équation évalue, entre autres facteurs, l'importance des dépenses d'innovation (*LRTOTPE*) pour les ventes liées à l'innovation. L'élasticité de *LISPE* par rapport à *LRTOTPE* est de 0,33, ce qui est très similaire à l'élasticité estimée par le modèle de base de l'OCDE (0,37)¹⁹.

Plusieurs autres variables ont un effet important sur la production d'innovations. Premièrement, seules les innovations inspirées par des idées émanant de partenaires commerciaux (clients, fournisseurs, concurrents, consultants et laboratoires de R-D commerciaux) améliorent la réussite commerciale de l'innovation. Ce résultat corrobore les résultats antérieurs de Baldwin et Hanel (2003), soulignant ainsi l'importance de l'orientation commerciale de l'innovation. Le fait que les sources d'information internes de l'entreprise (ventes, commercialisation, production) ne semblent pas contribuer aux ventes liées à l'innovation peut être interprété comme une indication que leur contribution est déjà intégrée aux dépenses totales d'innovation.

Les entreprises qui ont un coefficient de capitalisation plus élevé, en particulier celles qui ont des niveaux élevés de capital

¹⁹ La variable des dépenses d'innovation (*LRTOTPE*) est potentiellement déterminée de manière endogène par la variable des ventes à l'innovation (*LISPE*). Cependant, les tests (le « test statistique C de la différence de Sargan » et un test manuel régressant les résidus estimés de *LRTOTPE* sur *LISPE*) indiquent que l'hypothèse de l'exogénéité ne peut être rejetée. En outre, le test du biais relatif de Stock-Yogo montre que le biais potentiel introduit par l'utilisation de la méthode des MCO serait toujours plus faible que le biais produit en utilisant la régression IV. Par conséquent, l'équation (3) a été estimée par les MCO en utilisant la variable observée plutôt que la variable instrumentée *LRTOTPE*.

humain, connaissent plus de succès dans la commercialisation des innovations.

De même, les entreprises innovantes qui introduisent des innovations au niveau tant des procédés que des produits réalisent plus de ventes liées à l'innovation que celles qui n'adoptent que des innovations au niveau des produits.

Enfin, les entreprises qui ont un niveau de productivité plus élevé au début de la période (variante (2) du modèle) réalisent de meilleures ventes liées à l'innovation à la fin de la période que celles qui ont initialement une productivité inférieure. Cela signifie que les entreprises qui avaient déjà une meilleure performance en termes de productivité ont une probabilité plus élevée de réussir comme innovateurs (mesuré par les ventes liées à l'innovation) au cours de la période subséquente. En outre, il est intéressant de noter que l'ajout de la productivité au début de la période ne change pas le signe et l'effet des autres variables clés; notamment, l'impact de l'intensité des dépenses d'innovation demeure similaire.

Équation de la productivité

Enfin, l'équation de la productivité montre que les entreprises qui ont des ventes liées à l'innovation plus élevées par employé (*LISPE*) bénéficient d'une plus grande productivité du travail, exprimée sous forme de logarithme de la valeur ajoutée par employé (*LVAPE*). L'élasticité de la variable instrumentée (*LISPE*)²⁰ est positive et statistiquement significative; sa valeur de 0,21 est à peu près la moitié de celle estimée dans le modèle de base de l'OCDE. La productivité augmente légèrement avec la taille de l'établissement et lorsque l'établissement fait partie d'une entreprise de plus grande taille. Conformément à la théorie économique, tant l'intensité du capital humain que celle du capital matériel sont des co-déterminants importants de la productivité du travail.

²⁰ Selon les tests (le test « statistique C de la différence de Sargan » et un test manuel régressant les résidus estimés de *LISPE* sur *LRTOTPE*), *LISPE* et la valeur ajoutée par employé, *LVAPE*, sont endogènes. Par conséquent, l'équation de productivité est estimée comme un système de doubles moindres carrés avec la variable instrumentée *LISPE* à la première étape.

Comme dans le modèle de base, les entreprises qui adoptent une innovation au niveau des procédés en plus d'une innovation au niveau des produits ont une productivité du travail inférieure à celle des autres entreprises innovatrices²¹. Bien que ce résultat soit contraire à l'intuition et contraste avec ceux d'autres études (voir Griliches, 1998 pour les États-Unis; Criscuolo et Gaskell, 2003 pour le Royaume-Uni; et Hanel, 2000 et Baldwin et Gu, 2004 pour le Canada), certaines explications peuvent être proposées. Premièrement, le modèle utilisé met principalement l'accent sur les entreprises qui innovent au niveau des produits; par conséquent, le coefficient négatif de la productivité est établi par rapport aux entreprises qui innovent au niveau des produits mais qui n'introduisent pas d'innovations au niveau des procédés. On peut donc penser que les entreprises qui introduisent des innovations à la fois au niveau des produits et des pro-

²¹ Dans le modèle de base de l'OCDE, le coefficient de régression estimé de la variable nominale de l'innovation, *PROCESS*, est négatif et statistiquement significatif pour tous les pays. Afin d'explorer plus à fond la relation entre la productivité du travail et l'innovation au niveau des procédés, nous avons expérimenté en remplaçant *PROCESS* par des formes particulières d'innovation au niveau des procédés, telles que :

- i) Une méthode nouvelle ou sensiblement améliorée de produire des biens ou services;
- ii) Des méthodes logistiques, de livraison et de distribution nouvelles ou sensiblement améliorées;
- iii) Des activités de soutien nouvelles ou sensiblement améliorées pour les procédés de l'entreprise, par exemple les systèmes d'entretien ou les opérations d'achat, de comptabilité ou d'informatique;
- iv) Une innovation au niveau des procédés qui accroît la flexibilité de la production;
- v) Une innovation au niveau des procédés qui accroît la vitesse d'approvisionnement et/ou de livraison des biens et services.

Parmi les trois premiers types d'innovation au niveau des procédés, seule une méthode de fabrication nouvelle ou améliorée, i), a un coefficient de corrélation négatif et significatif. Les deux autres types d'innovation au niveau des procédés ne sont pas en corrélation avec la productivité du travail. Lorsque nous régressons la productivité du travail sur les effets particuliers des innovations au niveau des procédés, par exemple une augmentation de la flexibilité de la production et une augmentation de la vitesse de livraison des biens et services, la corrélation demeure négative et statistiquement significative.

chés procèdent à des changements complexes (et peut-être à des innovations plus radicales) dans leurs procédés de fabrication, ce qui pourrait avoir un impact négatif à court terme sur la productivité du travail. Deuxièmement, l'effet d'une innovation au niveau des procédés n'est pas aussi bien capté dans l'enquête canadienne que l'effet d'une innovation au niveau des produits. Afin de rendre compte de l'effet mesurable d'une innovation au niveau des produits (mesuré par les ventes de produits innovateurs par employé), nous aurions besoin d'une variable qui évaluerait les coûts économisés grâce à l'innovation au niveau des procédés²². En l'absence d'une telle variable, il est difficile d'évaluer l'effet d'une innovation au niveau des procédés qui se traduirait directement en gains de productivité.

Enfin, le fait d'inclure la productivité du travail au début de la période comme variable explicative additionnelle (variante (2) du modèle) ne change pas les résultats présentés ci-dessus. Même si la productivité du travail en 2002 est un déterminant important de la productivité du travail en 2004, cela ne change pas sensiblement l'effet des ventes liées à l'innovation sur la productivité du travail. L'élasticité estimée de la productivité par rapport aux ventes liées à l'innovation est légèrement inférieure (0,17), mais toujours dans l'intervalle de l'élasticité estimée à l'aide du premier modèle (0,21) avec des variables contemporaines.

En conclusion, la meilleure spécification et les procédures d'estimation améliorées du modèle canadien étendu produisent des résultats robustes qui confirment, avec plus de détails, les principales conclusions issues du modèle de base de l'OCDE. Ces résultats montrent en termes non équivoques que l'innovation au niveau des produits contribue de manière significative à une plus grande productivité.

²² L'élasticité de la productivité par rapport aux économies de coûts permise par une innovation au niveau des procédés, dont une estimation est disponible dans l'enquête sur l'innovation en Allemagne, est positive et statistiquement significative (voir Peters, 2008).

4.2 Aperçu des résultats d'estimation pour les PME et les grandes entreprises

Des études antérieures ont montré que la taille de l'entreprise était un déterminant important de l'innovation et que les PME n'innovaient pas de la même façon que les grandes entreprises (Acs et Audretsch, 1988; Baldwin et Hanel, 2003; Baldwin et Gellatly, 2003). Cela pose la question de savoir si l'effet de l'innovation sur la productivité diffère aussi entre les deux groupes. Afin de déterminer la mesure dans laquelle la taille de l'entreprise est importante, le modèle a été estimé séparément pour les petites et moyennes entreprises employant moins de 150 personnes et pour les entreprises de plus grande taille.

Les résultats obtenus pour les PME et les grandes entreprises sont présentés, respectivement, dans les 3^e et 4^e colonnes du tableau 3; ces résultats montrent effectivement certaines différences notables entre les deux catégories définies selon la taille. Premièrement, comme la plupart des grandes entreprises exportent, l'exportation ne fait pas de distinction entre les entreprises innovatrices et non innovatrices et l'investissement en innovation dans les grandes entreprises.

De façon similaire, le capital humain n'a pas d'effet significatif sur les ventes liées à l'innovation et la productivité du travail dans les grandes entreprises. À l'opposé, le capital humain accroît les ventes liées à l'innovation, mais non la productivité du travail, dans les PME.

Bien que l'élasticité des ventes liées à l'innovation par rapport aux dépenses d'innovation soit comparable entre les deux groupes, l'élasticité de la productivité du travail par rapport aux ventes liées à l'innovation par employé (*LISPE*) est deux fois plus importante dans les grandes entreprises (0,35) que dans le groupe des PME (0,18).

5. Conclusions et conséquences sur le plan des politiques

La présente étude prolonge et raffine le modèle canadien utilisé aux fins de l'étude de l'OCDE sur la relation existant entre l'innovation et la performance au chapitre de la productivité au

niveau de l'entreprise dans 18 pays (OCDE, *Perspectives STI*, 2008, chapitre 5; voir l'appendice 1 pour plus de détails). Les résultats des deux modèles (le modèle plus simple utilisé pour donner au Canada un cadre de référence vis-à-vis des autres pays et le modèle plus robuste utilisant toute l'information disponible dans la base de données canadienne présenté ici) montrent qu'une plus grande intensité de dépenses d'innovation engendre de meilleurs résultats sur le plan de l'innovation (ventes liées à l'innovation plus élevées par employé); par conséquent, les entreprises hautement innovatrices sont plus productives. La principale différence entre les deux modèles est que tant l'élasticité estimée de la production d'innovations par rapport à l'intrant innovation que l'élasticité de la productivité du travail par rapport aux ventes liées à l'innovation sont plus faibles, quoique toujours positives et statistiquement significatives dans le modèle plus robuste appliqué uniquement aux données canadiennes. Ainsi, les coefficients du modèle de l'OCDE devraient être abordés avec une certaine prudence et considérés comme des valeurs maximales.

Notre modèle confirme aussi, avec plus de détails, les principaux facteurs qui entraînent une meilleure performance sur le plan de l'innovation et de la productivité. Les facteurs qui contribuent directement à une meilleure productivité sont : un effectif qualifié, une plus grande intensité de capital matériel et, tel que noté précédemment, une plus grande intensité de ventes liées à l'innovation. Les résultats de l'étude montrent également qu'une forte intensité de dépenses d'innovation est le meilleur prédicteur d'un niveau élevé de ventes liées à l'innovation. Enfin, les facteurs qui contribuent indirectement (par le jeu de l'intensité des dépenses d'innovation) à une plus grande productivité sont : le fait d'exploiter des marchés mondiaux tel que révélé par les variables d'exportation, la collaboration visant à profiter d'une expertise externe, et compter sur des sources d'information externes, liées au marché, pour guider les activités innovatrices.

Nos principaux résultats indiquent que l'exportation (uniquement hors du marché américain), la taille de l'entreprise et le recours aux mesures de soutien direct ou indirect du gouverne-

ment sont des facteurs qui augmentent la probabilité d'innover et de réaliser des ventes liées à l'innovation.

Les exportations (vers les États-Unis et les autres marchés), la collaboration avec d'autres entreprises et organisations, et une part élevée des recettes de l'entreprise provenant des ventes à son plus important client sont des facteurs en corrélation avec des dépenses d'innovation plus élevées par employé. En outre, les entreprises qui ont une plus grande part de marché au début de la période ont tendance à dépenser davantage en innovation à la fin de la période.

Les entreprises qui ont des dépenses d'innovation plus élevées par employé enregistrent aussi un niveau plus élevé de ventes liées à l'innovation par employé (une augmentation de 1 p. 100 des dépenses d'innovation par employé s'accompagne d'une hausse de 0,33 p. 100 des ventes liées à l'innovation par employé). Les entreprises qui adoptent des innovations au niveau des produits et des procédés enregistrent aussi de meilleures ventes liées à l'innovation par employé que celles qui adoptent uniquement des innovations au niveau des produits. D'autres facteurs qui accroissent les ventes liées à l'innovation sont le capital humain et matériel et l'adoption d'innovations axées sur les procédés.

Enfin, les résultats du modèle montrent que les entreprises innovatrices au niveau des produits qui ont le plus de succès (celles qui enregistrent davantage de ventes liées à l'innovation par employé) atteignent de meilleurs niveaux de productivité du travail, même lorsque la taille de l'entreprise et l'intensité du capital humain et matériel sont pris en considération (une augmentation de 1 p. 100 des ventes liées à l'innovation par employé est associée à une augmentation de la productivité du travail de 0,22 p. 100). Il est utile de noter que les entreprises plus productives au début de la période réalisent de meilleures ventes liées à l'innovation et sont encore plus productives à la fin de la période.

La conséquence de ces résultats sur le plan des politiques est certes intéressante étant donné que la croissance globale de la productivité dans le secteur des entreprises au Canada est jugée peu reluisante depuis quelques années (la productivité multifactorielle étant ici au banc des accusés). De nouvelles données

(OCDE, 2007) confirment des résultats publiés il y a quelques années (Gouvernement du Canada, 2002) qui ont beaucoup retenu l'attention; ces données montraient que le Canada avait un pourcentage élevé d'innovateurs (selon une définition large englobant les adopteurs de technologie), mais enregistrait moins de ventes liées à l'innovation que la plupart des pays de l'OCDE. Cette piètre performance au chapitre de la vente de produits innovateurs semble être un obstacle important à une meilleure productivité, comme le révèle la présente étude.

Un autre point intéressant est le résultat indiquant que les entreprises qui ont beaucoup de succès en matière d'innovation (celles qui enregistrent un niveau élevé de ventes liées à l'innovation par employé) consacrent plus de ressources à l'innovation. Si l'on transpose ce résultat à l'ensemble du pays, il est difficile de ne pas faire un rapprochement entre la piètre performance du Canada en matière de R-D commerciale et sa faible productivité dans les comparaisons internationales. La R-D est l'une (quoique souvent la plus importante) parmi plusieurs activités qui débouchent sur une innovation réussie. Selon Statistiques Canada (Schelling et Gault, 2006) un pourcentage élevé d'entreprises qui déclarent mener des activités de R-D et qui réclament des crédits d'impôt à la R-D consacrent à ces activités moins de 100 000 dollars par année, un montant qui couvre à peine le coût de la rémunération d'un chercheur expérimenté à temps plein. Cela pointe en direction d'un niveau sous-optimal d'activités de R-D – sous la masse critique des ressources humaines et des autres ressources complémentaires requises pour faire un succès d'une innovation et de sa commercialisation subséquente.

En conclusion, la présente étude confirme l'importance de l'innovation pour la productivité au niveau de l'établissement. Cependant, certains résultats nécessitent un examen plus poussé. Tout d'abord, les entreprises canadiennes n'accroissent pas l'intensité de leurs dépenses d'innovation autant que les entreprises d'autres pays de l'OCDE lorsqu'elles collaborent avec d'autres ou lorsqu'elles bénéficient d'un financement public. Cela pourrait être symptomatique d'une coordination ou d'une conception déficiente des programmes gouvernementaux existants.

tants axés sur la collaboration ou le soutien de l'innovation et de la collaboration parmi les entreprises.

Deuxièmement, nos résultats indiquent que la performance passée au chapitre de la productivité contribue à améliorer tant les ventes subséquentes liées à l'innovation que la productivité. Un examen plus attentif serait requis afin de comprendre pourquoi certaines entreprises débutent avec un rendement supérieur au chapitre de la productivité par rapport aux autres. Cela serait-il imputable au fait que ces entreprises sont constamment engagées dans des activités d'innovation ou à la présence d'éléments de complémentarité entre différentes stratégies commerciales? Ce pourrait-il que les entreprises qui ont une plus grande productivité au début de la période aient débuté en ayant un meilleur bilan coût-efficacité avant d'adopter une stratégie commerciale davantage centrée sur l'innovation? Des réponses à ces questions seraient utiles aux responsables des politiques, ce qui veut dire que des recherches supplémentaires sur les causes d'un niveau supérieur de productivité au début de la période seraient nécessaires.

Troisièmement, les résultats obtenus pour le Canada et la plupart des pays de l'OCDE montrent que les entreprises qui introduisent des innovations au niveau des produits et des procédés ont une moins bonne performance à court terme au chapitre de la productivité que celles qui adoptent uniquement une innovation axée sur les produits. Des explications partielles de ce résultat – qui va à l'encontre des attentes – ont été proposées, notamment que les entreprises qui procèdent à des changements complexes dans leurs procédés de fabrication en subissent les effets négatifs à court terme, lesquels se répercutent sur la productivité du travail. Quant à savoir si ces effets seront renversés à long terme, c'est là un élément d'information qui serait aussi utile aux décideurs.

Des bases de données nouvelles et de meilleure qualité au niveau de l'entreprise seraient nécessaires pour répondre à ces questions. Des données provenant de panels (données qui lieraient les bases de données des enquêtes sur l'innovation dans le temps) et des renseignements sur les différentes stratégies d'entreprise (autres que celles axées sur l'innovation) sont des

exemples de données requises pour mieux explorer la question complexe de l'innovation et de la productivité à long terme.

Bibliographie

- Acs, Zoltan J. et David B. Audretsch. 1988. « Innovation in Large and Small Firms: An Empirical Analysis », *American Economic Review*, vol. 78, n° 4, p. 678-690.
- Baldwin, John R. et Wulong Gu. 2004. « Innovation, survie et rendement des établissements canadiens de fabrication », *Série de documents de recherche sur l'analyse économique (AE)*, n° 022, Statistique Canada, n° 11F0027MIF au catalogue.
- Baldwin, John R. et Wulong Gu. 2003. « Export-Market Participation and Productivity Performance in Canadian Manufacturing », *Revue canadienne d'économie*, vol. 36, n° 3, p. 634-657.
- Baldwin, John R. et Guy Gellatly. 2003. *Innovation Strategies and Performance in Small Firms*, Cheltenham (R.-U.), Edward Elgar.
- Baldwin, John R. et Petr Hanel. 2003. *Innovation and Knowledge Creation in an Open Economy: Canadian Industry and International Implications*, Cambridge (R.-U.), Cambridge University Press.
- Becker, Sascha O. et Peter H. Egger. 2007. « Endogenous Product Versus Process Innovation and a Firm's Propensity to Export », *CESifo Working Paper*, n° 1906.
- Cohen, Wesley M., Richard R. Nelson et John P. Walsh. 2000. « Protecting their Intellectual Assets: Appropriability Conditions and Why U.S. Manufacturing Firms Patent (or Not) », *NBER Working Paper*, n° 7552, National Bureau of Economic Research.
- Cotis, Jean-Philippe. 2006. « La performance économique du Canada : une mise en perspective », *Observateur international de la productivité*, n° 13, automne, Ottawa, Centre d'étude des niveaux de vie, p. 3-20.

- Crépon, Bruno, Emmanuel Duguet et Jacques Mairesse. 1998. « Research, Innovation, and Productivity: An Econometric Analysis at the Firm Level », *Economics of Innovation and New Technology*, vol. 7, p. 115-158.
- Cuneo, Philippe et Jacques Mairesse. 1984. « Productivity and R&D at the Firm Level in French Manufacturing », paru dans *R&D, Patents, and Productivity*, publié sous la direction de Zvi Griliches, Chicago, University of Chicago Press, p. 393-416.
- Czarnitzki, Dirk, Petr Hanel et Julio Miguel Rosa. 2004. « Evaluating the Impact of R&D Tax Credits on Innovation: A Microeconomic Study of Canadian Firms », *Discussion Paper*, n° 04-77, Mannheim (Allemagne), Centre Européen de Recherche en Économie.
- De Loecker, Jan. 2007. « Do Exports Generate Higher Productivity? Evidence from Slovenia », *Journal of International Economics*, 73, n° 1, p. 69-98.
- Drummond, Don. 2006. « Manifeste des économistes pour le sauvetage de la productivité canadienne », *Observateur international de la productivité*, n° 13, automne, Ottawa, Centre d'étude des niveaux de vie, p. 21-26.
- Pro-Inno Europe. 2008. « European Innovation Scoreboard 2007: Comparative Analysis of Innovation performance », *Pro-Inno Europe Paper*, n° 6, Bruxelles, Commission européenne.
- Gault, Fred (dir.). 2003. « Understanding Innovation in Canadian Industry », *Queen's Policy Studies Series*, n° 27, Montréal et Kingston, McGill-Queen's University Press.
- Gouvernement du Canada. 2007. *Réaliser le potentiel des sciences et de la technologie au profit du Canada*, Ottawa, Industrie Canada,
http://www.ic.gc.ca/eic/site/ic1.nsf/fra/h_00856.html.
- . 2002. *Atteindre l'excellence : investir dans les gens, le savoir et les possibilités – Stratégie d'innovation du Canada*, Ottawa, Industrie Canada,
<http://dsp-psd.pwgsc.gc.ca/Collection/C2-596-2001-1F.pdf>.

- Griffith, Rachel, Elena Huergo, Jacques Mairesse et Bettina Peters. 2006. « Innovation and Productivity Across Four European Countries », *Oxford Review of Economic Policy*, vol. 22, p. 483-498.
- Griliches, Zvi. 1998. *R&D and Productivity: The Econometric Evidence*, Chicago, University of Chicago Press.
- Hanel, Petr. 2008. « Productivity and Innovation: An Overview of the Issues », *Note de recherche*, n° 2008-03, Montréal, Centre interuniversitaire de la recherche sur la science et la technologie (CIRST).
- Hanel, Petr. 2000. « R&D, Interindustry and International Technology Spillovers and the Total Factor Productivity Growth of Manufacturing Industries in Canada, 1974-1989 », *Economic Systems Research*, vol. 12, n° 3, p. 345-361.
- Hillman, Arye L. et Clark W. Bullard III. 1978. « Energy, the Heckscher-Ohlin Theorem, and U.S. International Trade », *American Economic Review*, vol. 68, n° 1, p. 96-106.
- Kleinknecht, Alfred. 1987. « Measuring R&D in Small Firms: How Much Are We Missing? », *Journal of Industrial Economics*, vol. 36, n° 2, p. 253-256.
- Kleinknecht, Alfred. 1989. « Firm Size and Innovation: Observations in Dutch Manufacturing Industry », *Small Business Economics*, vol. 1, n° 3, p. 215-222.
- Kleinknecht, Alfred et Remco H. Oostendorp. 2002. « R&D and Export Performance: Taking Account of Simultaneity », paru dans *Innovation and Firm Performance – Econometric Explorations of Survey Data*, publié sous la direction d'Alfred Kleinknecht et Pierre Mohnen, New York, Palgrave, p. 310-320.
- Landry, Réjean et Amara Nabil. 2003. « Effects of Sources of Information on Novelty of Innovation in Canadian Manufacturing Firms », paru dans *Understanding Innovation in Canadian Industry*, publié sous la direction de Fred Gault, Montréal et Kingston, McGill-Queen's University Press.

- Le, Can et Jianmin Tang. « Innovation Activities and Innovation Outcomes: A Firm Level Analysis », paru dans *Understanding Innovation in Canadian Industry*, publié sous la direction de Fred Gault, Montréal et Kingston, McGill-Queen's University Press.
- Lööf, Hans et Almas Heshmati. 2006. « On the Relationship between Innovation and Performance: A Sensitivity Analysis », *Economics of Innovation and New Technology*, vol. 15, n° 4/5, juin-juillet, p. 317-344.
- Mairesse, Jacques et Sassenou, Mohamed. 1991. « R&D and Productivity: A Survey of Econometric Studies at the Firm Level », *OECD Science-Technology Review*, vol. 8, p. 9-44.
- Mohnen, Pierre et Pierre Therrien. 2003. « Comparing the Innovation Performance of Manufacturing Firms in Canada and in Selected European Countries: An Econometric Analysis », paru dans *Understanding Innovation in Canadian Industry*, publié sous la direction de Fred Gault, Montréal et Kingston, McGill-Queen's University Press, p. 313-339.
- OCDE. 2009. *Innovation in Firms – A Microeconomic Perspective*, Paris, OCDE.
- OCDE. 2008. *Science, technologie et industrie : Perspectives de l'OCDE*, Paris, OCDE.
- OCDE. 2005. *Manuel d'Oslo : Principes directeurs proposés pour le recueil et l'interprétation des données sur l'innovation technologique*, 3^e édition, Paris, OCDE.
- Pakes, Ariel et Zvi Griliches. 1980. « Patents and R and D at the Firm Level: A First Look », *NBER Working Paper*, n° 0561, National Bureau of Economic Research.
- Pakes, Ariel et Zvi Griliches. 1984. « Patents and R&D at the Firm Level: A First Look », paru dans *R&D, Patents and Productivity*, publié sous la direction de Zvi Griliches, Chicago, University of Chicago Press, p. 139-161.
- Pavitt, Keith. 1984. « Sectoral Patterns of Technical Change: Towards a Taxonomy and a Theory », *Research Policy*, vol. 13, n° 6, p. 343-373.

- Peters, Bettina. 2008. « *Product and Process Innovation Outcome and Firm Performance* », document présenté à l'*International Atlantic Economic Conference*, Varsovie (Pologne), avril 2008, ZEW, Mannheim.
- Schaan, Susan. 2007. « Characteristics of Firms that Participate in Global Supply Chains: Evidence from the Survey of Innovation 2005 », document présenté à la Conférence socioéconomique de Statistique Canada, 29 mai 2007.
- Schellings, Robert et Fred Gault. 2006. « Somme et persistance des activités de R-D dans les entreprises canadiennes, 1994 à 2002 », *Document de travail*, n° 008, Statistique Canada, n° 88F0006XIF au catalogue.
- Statistique Canada. 2008. Productivité de l'industrie – KLEMS, 1961-2003, base de données mise à la disposition des chercheurs universitaires sur disque compact, dans le cadre de l'Initiative de démocratisation des données.
- Therrien, Pierre et Petr Hanel. 2008. « Innovation and Establishments' Productivity in Canada, Results from the 2005 Survey of Innovation », document présenté à l'*International Atlantic Economic Association Conference*, Varsovie (Pologne), avril 2008.
- Therrien, Pierre et Petr Hanel. 2009. « Innovation and Productivity – Extending the Core Model », *Innovation in Firms – A Microeconomic Perspective*, chapitre 4, Paris, OCDE.
- Tybout, James R. 2001. « Plant- and Firm-Level Evidence on 'New' Trade Theories », *NBER Working Paper*, n° 8418, National Bureau of Economic Research.
- Van Leeuwen, George et Luuk Klomp. 2006. « On the Contribution of Innovation to Multi-factor Productivity Growth », *Economics of Innovation and New Technology*, vol. 15, n° 4/5, juin-juillet, p. 367-390.
- Wagner, Joachim. 2007. « Exports and Productivity: A Survey of the Evidence from Firm-Level Data », *The World Economy*, vol. 30, n° 1, janvier, p. 60-82.

Tableau 1 : Comparaison des innovateurs et des non-innovateurs

Variable	Innovateurs		Non-innovateurs		Différence moyenne Valeur de P*
	Moyenne	ET	Moyenne	ET	
VAPE	107,00	2,00	96,27	2,20	0,000
INNOV_STRICT	61,09	1,00	0,00	0,00	0,000
EMP	109,10	2,70	70,14	2,10	0,000
EXPORT_US	0,29	0,00	0,21	0,00	0,000
EXPORT_OT	0,06	0,00	0,03	0,00	0,000
GP	0,37	1,20	0,31	1,60	0,001
INTRA-SALE	0,06	0,50	0,04	0,50	0,001
HC	0,10	0,00	0,07	0,00	0,000
GIPE	7,09	0,40	6,73	0,60	0,303
MIC	0,27	0,50	0,29	0,80	0,008
GTXC	0,52	1,20	0,15	1,20	0,000
GRANT	0,12	0,80	0,02	0,50	0,000
FAC_NEW	0,40	1,20	0,24	1,40	0,000
FAC_EXIST	0,88	0,80	0,89	1,10	0,325
FAC_CUSTOM	0,45	1,20	0,28	1,50	0,000
FOOD + TOBACCO	0,12	0,50	0,11	0,90	0,290
TEXTILE	0,05	0,20	0,09	0,40	0,000
WOOD	0,08	0,50	0,10	0,80	0,014
PAPER	0,09	0,30	0,08	0,50	0,116
PETRO + CHEM	0,13	0,40	0,10	0,70	0,000
NON-METAL	0,04	0,20	0,04	0,40	0,415
FAB-METAL	0,15	0,70	0,20	1,30	0,001
M&E + TELECOM	0,19	0,50	0,11	0,90	0,000
TRANSPORT	0,06	0,30	0,06	0,60	0,315
NEC	0,10	0,40	0,12	0,70	0,010
Nombre d'observations**	3 629		1 726		

* La valeur de P du score critique Z à une queue; les caractères gras signifient que la moyenne est significative au seuil de 5 p. 100.

** En raison de données manquantes et de l'utilisation de logarithmes, le nombre d'observations utilisées dans le modèle économétrique pour VAPE est de 3 611 (plutôt que de 3 629) pour le sous-échantillon des innovateurs.

Source : Calculs des auteurs fondés sur l'Enquête sur l'innovation réalisée par Statistique Canada en 2005.

Tableau 2 : Données comparatives pour les innovateurs au sens « strict »

<i>Variable</i>	<i>Moyenne</i>	<i>ET</i>
VAPE	103,76	1,56
LISPE	3,21	0,04
LRTOTPE	2,42	0,04
EMP	111,22	2,89
EXPORT_US	0,29	0,01
EXPORT_OT	0,07	0,00
GP	0,37	1,30
INTRA-SALE	0,06	0,55
HC	0,11	0,00
GIPE	5,62	0,17
MIC	0,27	0,67
GTXC	0,61	1,40
GRANT	0,14	1,00
COOP	0,27	1,30
RD_OUT	0,19	1,10
PROCESS	0,72	0,73
S_INTRA	0,23	1,20
S_PUB	0,03	0,40
S_MARKET	0,20	1,10
FAC_NEW	0,45	1,40
FAC_EXIST	0,86	1,00
FAC_CUSTOM	0,51	1,40
FOOD + TOBACCO	0,13	0,90
TEXTILE	0,05	0,20
WOOD	0,06	0,50
PAPER	0,08	0,50
PETRO + CHEM	0,14	0,60
NON-METAL	0,04	0,40
FAB-METAL	0,13	1,00
M&E + TELECOM	0,22	0,90
TRANSPORT	0,05	0,50
N.C.A.	0,11	0,50
Nombre d'observations	2 273	

** En raison de données manquantes et de l'utilisation de logarithmes, le nombre d'observations utilisées dans le modèle économétrique pour VAPE est de 2 261 (plutôt que de 2 273) pour le sous-échantillon des innovateurs.
 Source : Calculs des auteurs fondés sur l'Enquête sur l'innovation réalisée par Statistique Canada en 2005.

Tableau 3 : Résultats économétriques

Équation A0 : Décision d'innover (Innovation au sens « strict ») – Procédure en deux étapes de Heckman (Heckit)

	<i>Sans décalage</i> (1)	<i>Avec décalage</i> (2)	<i>PME seule- ment</i> (3)	<i>Grandes en- treprises seu- lement</i> (4)
LEMP (LEMP02)	0,0657**	0,0613*	0,0493	0,1161
EXPORT_US	-0,1611	-0,2233*	-0,1572	-0,3018
EXPORT_OT	0,5300**	0,4425*	0,6892***	-0,2507
INTRA-SALE	0,0033**	0,0033*	0,0037*	0,0003
FAC_NEW	0,4380***	0,4211***	0,4539***	0,3617***
FAC_EXIST	-0,156*	-0,156	-0,126	-0,1808
FAC_CUSTOM	0,4112***	0,4396***	0,3434***	0,7966***
GTXC	0,8129***	0,8217***	0,8741***	0,6409***
GRANT	0,3161***	0,3100***	0,2350**	0,7248***
MKTSH02		-0,0011		
rho	-0,27**	-0,33**	-0,351**	0,001
N (non pondéré)	5 355	4 312	4 417	938

Équation A1 : Intrans innovation – Logarithme (dépenses d'innovation par employé) (LRTOTPE)

	<i>Sans décala- ge</i> (1)	<i>Avec décala- ge</i> (2)	<i>PME seule- ment</i> (3)	<i>Grandes entreprises seulement</i> (4)
LEMP (LEMP02)	-0,1255***	-0,1957***	-0,1914***	0,0398
EXPORT_US	0,2745**	0,3717***	0,4192***	-0,1588
EXPORT_OT	1,055***	1,055***	1,1223***	0,4933
MIC	0,0034**	0,0049**	0,0042**	-0,0001
COOP	0,1534**	0,1415*	0,1302	-0,2318
GTXC	-0,1041	-0,2089	-0,159	-0,025
GRANT	0,091	0,041	0,0813	0,2261
RD_OUT	,2349***	0,1443	0,2018**	0,2841*
MKTSH02		0,057***		
N (non pondéré)	2 273	1 789	1 786	476

Équation A2 : Produits de l'innovation – Logarithme (ventes liées à l'innovation par employé) (LISPE)

	<i>Sans décalage</i> (1)	<i>Avec décalage</i> (2)	<i>PME seulement</i> (3)	<i>Grandes entreprises seulement</i> (4)
GP	0,006	0,0108	-0,0175	0,1454
LEMP	-0,0438	-0,03	-0,0659	-0,077
PROCESS	0,2257**	0,3558***	0,1756**	0,2718
HC	0,6730**	,5723*	0,5855**	0,6802
LGIPE	0,2710***	0,2462***	0,2654***	0,2415***
S_INTRA	0,1236	0,2041*	0,2131**	-0,1123
S_PUB	-0,0237	-0,0976	-0,0429	-0,0402
S_MARKET	0,3565***	0,3942***	0,3200***	0,3919**
LRTOTPE	0,3256***	0,3108***	0,3259***	0,3649***
LVAPE02		0,131*		
N (non pondéré)	2 243	1 745	1 755	476

Équation A3 : Productivité – Logarithme (valeur ajoutée par employé) (LVAPE)

	<i>Sans décalage</i> (1)	<i>Avec décalage</i> (2)	<i>PME seulement</i> (3)	<i>Grandes entreprises seulement</i> (4)
GP	0,1618***	0,1360***	0,1516***	0.1264
LEMP	0,0328**	-0,0191	-0,0001	0.1038*
LISPE	0,2214***	0,1777**	0,1778***	0.3500***
PROCESS	-0,1134***	-0,089**	-0,077**	-0.224**
HC	0,1495**	0,2132*	0,1539	0.1294
LGIPE	0,1795**	0,1501***	0,1826***	0.1625***
LVAPE02		0,2689***		

Source : Calculs des auteurs fondés sur l'Enquête sur l'innovation réalisée par Statistique Canada en 2005.

Appendice 1

Résultats du modèle de l'OCDE (résultats pour 18 pays)

Plusieurs pays de l'OCDE, dont le Canada, ont conjugué leurs efforts de recherche afin d'en arriver à une meilleure compréhension du processus allant de la décision d'innover jusqu'à l'effet de l'innovation sur la productivité et d'autres indicateurs de rendement.

Afin d'assurer la comparabilité internationale des résultats, chaque équipe a utilisé, dans la mesure du possible, les mêmes variables provenant d'enquêtes nationales sur l'innovation, en tenant compte des contraintes de données, et a appliqué la même méthodologie. Sur la base des données recueillies par au moyen d'une enquête dont la conception et le questionnaire étaient presque identiques, et analysé à l'aide d'une méthodologie économétrique commune, le projet conjoint a produit des résultats comparables sur le plan international qui présentent un intérêt pour les entreprises innovantes, les responsables des politiques et les chercheurs.

Les modèles suivants ont été estimés pour chaque pays :

Spécification du modèle de base de l'OCDE

$$(B0) \quad \text{innovateur au sens strict} = \beta_0^0 + \sum_n \beta_n^0 X_n^0 + \varepsilon^0$$

Si innovateur au sens strict = 1 :

$$(B1) \quad \log(\text{inn_exp/emp}) = \beta_0^1 + \sum_m \beta_m^1 X_m^1 + \varepsilon^1$$

$$(B2) \quad \log(\text{inn_sale/emp}) = \beta_0^2 + \beta^2 \log(\text{inn_exp/emp}) + \beta_{MR} MR + \sum_l \beta_l^2 X_l^2 + \varepsilon^2$$

$$(B3) \quad \log(\text{total rev/emp}) = \beta_0^3 + \beta^3 \log(\text{inn_sale/emp}) + \beta_{MR} MR + \sum_j \beta_j^3 X_j^3 + \varepsilon^3$$

Les variables dépendantes sont :

(B0) innovateur au sens strict = 1 si les dépenses d'innovation et les ventes liées à l'innovation sont positives;

(B1) $\log(\text{inn_exp/emp})^*$ = $\log(\text{dépenses totales d'innovation par employé})$;

- (B2) $\log(\text{inn_sale}/\text{emp})^* = \log(\text{part des ventes liées à l'innovation dans les recettes totales par employé});$
- (B3) $\log(\text{total rev}/\text{emp}) = \log(\text{recettes totales de l'établissement par employé}).$

Les variables indépendantes sont :

$X_n^0 = \log(\text{emploi});$ fait partie d'un groupe; ventes à l'exportation; industrie;

$X_1^1 =$ fait partie d'un groupe; ventes à l'exportation; collaboration en matière d'innovation; soutien du gouvernement à l'innovation; industrie;

$X_m^2 = \log(\text{emploi});$ fait partie d'un groupe; innovations axées sur les procédés; quatre types de collaboration; industrie;

$X_j^3 = \log(\text{emploi}),$ fait partie d'un groupe; innovations axées sur les procédés, capital humain; $\log(\text{capital matériel par employé});$ industrie

MR= ratio de Mills

*Variable potentiellement endogène.

B0 (équation de sélection) : Quelles entreprises ont une plus grande probabilité d'être innovatrices?

	Appartenance à un groupe	Présente sur un marché étranger	De grande taille	Obstacles liés aux connaissances (1)	Obstacles liés aux marchés (2)	Obstacles liés aux coûts (3)	Rho (4)	Nombre d'observations	Valeur de P (5)
Australie	0,352***		0,153***	0,232***	0,207***	0,348***		3 697	0,522
Autriche	0,213*	0,454***	0,253***	-0,0765	-0,182	-0,00122	0,223	1 001	0,226
Belgique	0,198***	0,617***	0,267***	0,0427	-0,05	0,455***	0,41	2 695	0,0012
Brésil	0,424***	-0,264***	0,123***	0,152***	0,131***	0,032	2,019***	9 384	0
Canada	-0,105*	0,290***	0,140***				1,005***	5 355	0
Danemark	0,186**	0,637***	0,253***	0,243**	0,0288	0,391***	0,324**	1 729	0,0202
Finlande	0,0649	0,532***	0,254***	0,190**	0,259***	-0,0266	0,477***	2 155	0,00178
France	0,227***	0,778***	0,204***	0,201**	0,0678***	0,227***	0,643***	18 056	0
Allemagne	0,144***	0,529***	0,0884***	0,0144	-0,107	0,173***	0,256**	3 242	0,0656
Italie	0,203***	0,478***	0,185***	0,110***	-0,0680**	0,0908***	0,753***	15 915	0
Corée	-0,064		0,202***	0,201***	0,006	0,136*	0,662	1 335	0,007
Luxembourg	0,267*	0,314**	0,248***	0,191	-0,101	0,359*	0,192	545	0,701
Pays-Bas	0,164***	0,546***	0,213***	0,175***	-0,111**	0,0123	0,727***	6 858	0
Nouvelle-Zélande	0,113**	0,349***	0,0785***	0,0892*	0,027	0,138***	1,337***	3 426	0
Norvège	-0,0724	0,643***	0,320***	0,301***	0,0478	0,301***	0,739***	1 852	0
Suède	0,173***	0,576***	0,09***	0,556***	0,16***	0,119**		2 954	0,563
Suisse		0,312***	0,045*	0,075	0,201*	-0,065	0,927***	1 964	0
Royaume-Uni	0,174***	0,464***	0,0468***	0,287***	0,0883**	0,0883**	-0,04	11 162	0,261

* Significatif au seuil de 10 p. 100; ** significatif au seuil de 5 p. 100; *** significatif au seuil de 1 p. 100.

Source : Perspectives des STI de l'OCDE, 2008, p. 242.

Notes

Les coefficients rapportés sont les effets à la marge, c.-à-d. qu'ils prédisent la probabilité d'être innovateur. À titre d'exemple, une entreprise autrichienne présente sur un marché étranger a 45 p. 100 plus de chance d'être innovatrice qu'une entreprise autrichienne présente seulement sur le marché local. Pour le Canada et le Brésil, les régressions sont pondérées en fonction de la population. Les résultats sont fondés sur les enquêtes sur l'innovation de 2004 (CIS-4 pour les pays européens), sauf pour l'Autriche, où l'on a utilisé les données de CIS-3 et pour l'Australie, où 2005 est l'année de référence de l'enquête sur l'innovation. Pour l'Australie, la variable du groupe est inférée. La Suisse n'a pas de renseignements sur l'appartenance des entreprises à un groupe; l'Australie n'a pas de renseignements sur le fait que l'entreprise dessert un marché étranger, tandis qu'au Canada l'enquête n'a pas demandé s'il y avait des obstacles à l'innovation.

- (1) Les facteurs liés aux connaissances sont définis, entre autres, comme une pénurie de personnel qualifié, l'absence d'information technologique et/ou sur les marchés, ou l'absence de partenaires avec qui collaborer.
- (2) Les facteurs liés au marché font référence, entre autres, aux marchés dominés par les entreprises établies, ou à une demande incertaine pour les biens et services innovateurs.
- (3) Les facteurs de coût font référence, entre autres, au manque de fonds internes, au manque de financement extérieur et aux coûts trop élevés de l'innovation. Les trois variables sont définies comme ayant une valeur 0/1, c.-à-d. qu'elles sont égales à 1 si l'un des facteurs inclus est un obstacle très important.
- (4) ρ est le coefficient de corrélation entre les termes d'erreur de l'équation de sélection et de résultats.
- (5) La valeur de P est utilisée pour vérifier s'il est nécessaire ou non de corriger le biais de sélection. L'hypothèse nulle, soit $\rho = 0$, suppose qu'il n'y a pas de lien entre les équations de sélection et de résultats. L'hypothèse nulle est rejetée au seuil de 10 p. 100 dans la plupart des pays, ce qui signifie que la correction du biais de sélection améliore le modèle, sauf dans le cas de l'Australie, de l'Autriche, du Luxembourg et du Royaume-Uni. Les variables nominales pour l'industrie sont incluses mais non présentées.

B1 (équation de l'intrant innovation) : Quelles entreprises dépensent davantage en innovation?

	Appartenance à un groupe	Présence sur un marché étranger	Participation à une collaboration	Accès à un soutien financier public	Nombre d'observations
Australie	0,443**		-0,161	-0,0334	3 697
Autriche	0,161	0,737***	0,408***	0,746***	1 001
Belgique	0,233*	0,524***	-0,0205	0,714***	2 695
Bésil	0,875***	-0,204*	0,384***	0,332***	9 384
Canada	0,145*	0,448***	0,173**	0,183*	5 355
Danemark	0,477***	0,762***	0,182	0,735***	1 729
Finlande	0,260**	0,361*	0,495***	0,460***	2 155
France	0,231***	1,158***	0,427***	0,683***	18 056
Allemagne	0,0538	0,610***	0,402***	0,469***	3 242
Italie	0,268***	0,511***	0,310***	0,412***	15 915
Corée	-0,167		0,079	0,407***	1 335
Luxembourg	0,212	0,434	0,102	0,352	545
Pays-Bas	0,247***	0,675***	0,389***	0,569***	6 858
Nouvelle-Zélande	0,664***	0,740***	0,225***	Confidentiel	3 426
Norvège	-0,0436	0,706***	0,354***	0,657***	1 852
Suède	0,173***		0,576***		2 954
Suisse		-0,717**	0,370**	-0,128	1 964
Royaume-Uni	0,0508	0,513***	0,377***	0,537***	11 162

Significatif au seuil de 10 p. 100; ** significatif au seuil de 5 p. 100; *** significatif au seuil de 1 p. 100.

Source : Perspectives des STI de l'OCDE, 2008, p. 244.

Notes

Les coefficients présentés sont des effets à la marge pour les variables représentant la collaboration et le soutien financier, mais non pour les variables représentant l'appartenance à un groupe et la présence sur les marchés étrangers parce que ces derniers entrent à la fois dans l'équation de sélection (probabilité d'innover) et l'équation des résultats (intensité de l'innovation). Lorsque les variables entrent à la fois dans les équations de sélection et de résultats, leur effet marginal peut être réparti en deux volets : le premier est l'effet direct sur la moyenne de la variable dépendante (présenté dans ce tableau) et le second est l'effet attribuable à sa présence dans l'équation de sélection.

Pour le Canada et le Brésil, les régressions sont pondérées en fonction de la population. Les résultats sont fondés sur les enquêtes sur l'innovation de 2004 (CIS-4 pour les pays européens), sauf pour l'Autriche, où les données de l'Enquête CIS-3 ont été utilisées, et l'Australie, où 2005 est l'année de référence de l'enquête sur l'innovation.

Le fait d'appartenir à un groupe, d'être présent sur un marché étranger, de participer à une collaboration et de recevoir un soutien financier est représenté par des variables nominales de valeur 0/1.

Dans le cas de l'Australie, la variable représentant le groupe est inférée à partir des réponses à la question demandant si l'entreprise collaborait avec d'autres membres au sein de son groupe et elle est affectée d'un problème de sous-déclaration dans la mesure où les entreprises qui font partie d'un groupe mais qui ne collaborent pas à des projets ont été omises.

Pour la Nouvelle-Zélande, les renseignements sur les dépenses d'innovation sont codifiés sous forme de variable de catégorie; nous avons pris les valeurs moyennes de chaque intervalle et les avons multipliées par les dépenses totales déclarées pour obtenir une variable continue.

Des variables nominales pour l'industrie sont incluses mais non présentées.

B2 (équation de la production d'innovations) : Les dépenses consacrées aux intrants innovation se traduisent-elles en ventes de produits innovateurs?*

« Investir en innovation accroît les ventes de produits innovateurs dans tous les pays sauf la Suisse. L'impact sur les ventes est supérieur à 40 p. 100 en Australie, en Nouvelle-Zélande et en Norvège, et il varie entre 14 et 35 p. 100 pour les autres pays. »

« L'analyse préliminaire fait ressortir des résultats mitigés [pour les autres facteurs] : la taille est en corrélation positive, en corrélation négative ou n'a aucune corrélation avec les ventes des produits innovateurs, selon le pays. Les économies d'échelle et de gamme ainsi que les flux de connaissances au sein de l'entreprise (la variable représentant l'appartenance à un groupe) semblent jouer un rôle au niveau de la commercialisation dans la plupart des pays, mais non tous. Enfin, il y a peu d'indications que les entreprises qui participent à des collaborations avec différents partenaires aient des ventes liées à l'innovation sensiblement plus élevées. »

** Aucun tableau économétrique n'a été fourni pour l'équation des produits de l'innovation dans la publication Perspectives des STI de l'OCDE; par conséquent, nous présentons le texte associé à cette équation.*

B3 (équation de la productivité) : Quel est l'impact de l'innovation au niveau des produits sur la productivité du travail?

	Appartenance à un groupe	Grande taille	Mise en place d'une innovation au niveau des procédés	Logarithme des ventes liées à l'innovation par travailleur (innovation au niveau des produits)	Nombre d'observations
Australie	0,12	0,144***	-0,089	0,557***	509
Autriche	0,182**	0,0111	0,0443	0,312***	359
Belgique	0,303***	0,002	-0,119**	0,543***	718
Brésil	0,183**	0,140***	-0,211***	0,647***	1 954
Canada	0,250***	0,0772**	-0,122**	0,436***	2 273
Danemark	0,186**	0,0732***	-0,0405	0,345***	584
Finlande	0,244***	0,0859**	-0,0677	0,314***	698
France	0,232***	0,0536***	-0,129***	0,474***	2 511
Allemagne	0,0838**	0,0625***	-0,116***	0,500***	1390
Italie	0,093	0,00391	-0,192**	0,485***	747
Corée	0,152*	0,045	-0,118*	0,859***	628
Luxembourg	0,434***	0,0349	-0,142	0,226*	207
Pays-Bas	0,0219	0,0902***	-0,044	0,409***	1 374
Nouvelle-Zélande	0,128**	0,0662***	-0,135***	0,682***	993
Norvège	0,256***	0,0407	-0,0716	0,344***	672
Suisse		0,113***	-0,091	0,295	394
Royaume-Uni	0,150***	0,0580***	-0,121***	0,550***	2 989

* Significatif au seuil de 10 p. 100; ** significatif au seuil de 5 p. 100; *** significatif au seuil de 1 p. 100.

Source : Perspectives des STI de l'OCDE 2008, p. 245.

Notes

Pour le Canada et le Brésil, les régressions sont pondérées en fonction de la population. Les résultats sont fondés sur les enquêtes sur l'innovation de 2004 (CIS-4 pour les pays européens), sauf pour l'Autriche, où les données de l'Enquête CIS-3 ont été utilisées, et l'Australie, où 2005 est l'année de référence de l'enquête sur l'innovation.

L'appartenance à un groupe et le fait d'avoir adopté une innovation au niveau des procédés sont représentés par des variables nominales de valeur 0/1. La taille est mesurée par le logarithme de l'emploi.

Des variables nominales pour l'industrie et l'inverse du ratio de Mills sont inclus, mais non présentés.

Pour l'Australie, la variable représentant l'appartenance à un groupe est inférée à partir des réponses à la question demandant si l'entreprise a collaboré avec d'autres membres au sein de son groupe; elle est affectée d'un problème de sous-représentation parce les entreprises qui font partie d'un groupe mais qui n'ont pas collaboré avec d'autres entreprises au sein du groupe à des projets d'innovation ont été omises.

Pour la Nouvelle-Zélande, les renseignements sur les ventes liées à l'innovation sont codifiés sous forme de variable de catégorie; nous avons pris les valeurs moyennes de chaque intervalle et les avons multipliées par les dépenses totales déclarées pour obtenir une variable continue.