



N° 11-622-MIF au catalogue — N° 011

ISSN : 1705-690X

ISBN : 0-662-71789-9

## Document de recherche

Série sur l'économie canadienne en transition

# Capacités d'innovation : l'emploi en sciences et en génie au Canada et aux États-Unis

par Desmond Beckstead et Guy Gellatly

Division de l'analyse microéconomique  
Immeuble R.-H. Coats, 18<sup>e</sup> étage, Ottawa, K1A 0T6

Téléphone: 1 800 263-1136



Statistique  
Canada

Statistics  
Canada

Canada

## Comment obtenir d'autres renseignements

Toute demande de renseignements au sujet du présent produit ou au sujet de statistiques ou de services connexes doit être adressée à la Ligne info-médias, Division des communications et des services de bibliothèque, Statistique Canada, Ottawa, Ontario, K1A 0T6 (téléphone : (613) 951-4636).

Pour obtenir des renseignements sur l'ensemble des données de Statistique Canada qui sont disponibles, veuillez composer l'un des numéros sans frais suivants. Vous pouvez également communiquer avec nous par courriel ou visiter notre site Web à [www.statcan.ca](http://www.statcan.ca).

Service national de renseignements	1 800 263-1136
Service national d'appareils de télécommunications pour les malentendants	1 800 363-7629
Renseignements concernant le Programme des services de dépôt	1 800 700-1033
Télécopieur pour le Programme des services de dépôt	1 800 889-9734
Renseignements par courriel	<a href="mailto:infostats@statcan.ca">infostats@statcan.ca</a>
Site Web	<a href="http://www.statcan.ca">www.statcan.ca</a>

## Renseignements pour accéder au produit

Le produit n° 11-622-MIF au catalogue est disponible gratuitement sous format électronique. Pour obtenir un exemplaire, il suffit de visiter notre site Web à [www.statcan.ca](http://www.statcan.ca) et de choisir la rubrique Nos produits et services.

## Normes de service à la clientèle

Statistique Canada s'engage à fournir à ses clients des services rapides, fiables et courtois, et ce, dans la langue officielle de leur choix. À cet égard, notre organisme s'est doté de normes de service à la clientèle qui doivent être observées par les employés lorsqu'ils offrent des services à la clientèle. Pour obtenir une copie de ces normes de service, veuillez communiquer avec Statistique Canada au numéro sans frais 1 800 263-1136. Les normes de service sont aussi publiées dans le site [www.statcan.ca](http://www.statcan.ca) sous À propos de Statistique Canada > Offrir des services aux Canadiens.

### Série de documents de recherche sur l'économie canadienne en transition

*L'économie canadienne en transition* est une série de nouveaux documents analytiques qui examinent les dynamiques du changement industriel présent dans l'économie canadienne. Cette nouvelle série offre aux utilisateurs des documents de recherche cohérents, sur une grande variété de perspectives empiriques de la structure industrielle de l'économie en mutation. Ces perspectives comprennent les dynamiques de la productivité, de la rentabilité, de l'emploi, de la production, de la structure professionnelle et de la géographie industrielle. Les lecteurs sont incités à correspondre avec les auteurs pour faire part de leurs commentaires, critiques et suggestions.

Les documents sont diffusés principalement au moyen d'Internet. Ils peuvent être téléchargés gratuitement sur Internet, à [www.statcan.ca](http://www.statcan.ca).

Tous les documents de recherche de la Série *L'économie canadienne en transition*, font l'objet d'un processus de révision institutionnelle et d'évaluation par les pairs afin de s'assurer de leur conformité au mandat confié par le gouvernement à Statistique Canada en tant qu'agence statistique et de leur pleine adhésion à des normes de bonne pratique professionnelle, partagées par la majorité.

Les documents de cette série comprennent souvent des résultats provenant d'analyses statistiques multivariées ou d'autres techniques statistiques. Il faut noter que les conclusions de ces analyses sont sujettes à des incertitudes dans les estimations énoncées.

Le niveau d'incertitude dépendra de plusieurs facteurs : de la nature de la forme fonctionnelle de l'analyse multivariée utilisée; de la technique économétrique employée; de la pertinence des hypothèses statistiques sous-jacentes au modèle ou à la technique; de la représentativité des variables prises en compte dans l'analyse; et de la précision des données employées. Le processus de la revue des pairs vise à garantir que les articles dans les séries correspondent aux normes établies afin de minimiser les problèmes dans chacun de ces domaines.



Statistique Canada  
Division de l'analyse microéconomique

# Capacités d'innovation : l'emploi en sciences et en génie au Canada et aux États-Unis

Desmond Beckstead et Guy Gellatly

Publication autorisée par le ministre responsable de Statistique Canada

© Ministre de l'Industrie, 2006

Tous droits réservés. Le contenu de la présente publication électronique peut être reproduit en tout ou en partie, et par quelque moyen que ce soit, sans autre permission de Statistique Canada, sous réserve que la reproduction soit effectuée uniquement à des fins d'étude privée, de recherche, de critique, de compte rendu ou en vue d'en préparer un résumé destiné aux journaux et/ou à des fins non commerciales. Statistique Canada doit être cité comme suit : Source (ou « Adapté de », s'il y a lieu) : Statistique Canada, année de publication, nom du produit, numéro au catalogue, volume et numéro, période de référence et page(s). Autrement, il est interdit de reproduire le contenu de la présente publication, ou de l'emmagasiner dans un système d'extraction, ou de le transmettre sous quelque forme ou par quelque moyen que ce soit, reproduction électronique, mécanique, photographique, pour quelque fin que ce soit, sans l'autorisation écrite préalable des Services d'octroi de licences, Division des services à la clientèle, Statistique Canada, Ottawa, Ontario, Canada K1A 0T6.

Mai 2006

N° 11-622-MIF au catalogue, n° 011  
Périodicité : hors série

ISSN 1705-690X  
ISBN 0-662-71789-9

Ottawa

This publication is also available in English (Catalogue no. 11-622-MIE, no. 011).

---

## Note de reconnaissance

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



## ***Remerciements***

**L**es auteurs désirent remercier Nirmala Kannankutty de la National Science Foundation suite aux discussions efficaces portant sur la classification des professions de la NSF reliée aux scientifiques et aux ingénieurs ainsi que celles reliées aux sciences et au génie.

Les auteurs désirent également remercier John R. Baldwin, W. Mark Brown et deux analystes anonymes de leurs remarques et suggestions.



## ***Table des matières***

<b><i>Préface</i></b> .....	<b>6</b>
<b><i>Sommaire</i></b> .....	<b>7</b>
<b><i>Chapitre 1. Introduction</i></b> .....	<b>9</b>
<b><i>Chapitre 2. Estimations de l'emploi en sciences et en génie – Contexte</i></b> .....	<b>12</b>
<b><i>Chapitre 3. Mesure de la taille de la main-d'oeuvre en sciences et en génie</i></b> .....	<b>15</b>
<b><i>Chapitre 4. Professions en S-G et reliées aux S-G au Canada et aux États-Unis</i></b> .....	<b>21</b>
<b><i>Chapitre 5. Conclusion</i></b> .....	<b>27</b>
<b><i>Annexe A. Notes sur la mesure des professions en sciences et en génie et reliées aux sciences et au génie</i></b> .....	<b>28</b>
<b><i>Annexe B. Répartition des scientifiques et des ingénieurs et des travailleurs des professions reliées aux sciences et au génie selon le secteur de l'industrie</i></b> .....	<b>31</b>
<b><i>Annexe C. Décomposition des différences sectorielles d'intensité des emplois en sciences et en génie entre le Canada et les États-Unis</i></b> .....	<b>33</b>
<b><i>Bibliographie</i></b> .....	<b>35</b>



## **Préface**

**L**e présent document donne la comparaison de la taille et de la composition de l'emploi dans le secteur des sciences et du génie au Canada et aux États-Unis. Nous examinons la part de l'emploi rémunéré et des gains tirés d'un emploi rémunéré imputables à la main-d'œuvre en sciences et en génie dans les deux pays. Nos totalisations font la distinction entre un groupe de base et un groupe connexe de travailleurs en sciences et en génie. Le groupe de base comprend les informaticiens et les mathématiciens, les spécialistes des sciences de la vie, les spécialistes des sciences physiques, les spécialistes des sciences sociales et les ingénieurs. Le groupe connexe comprend les travailleurs du secteur de la santé, les directeurs des services de sciences et de génie, les technologistes et les techniciens des services de sciences et de génie, une catégorie résiduelle d'autres travailleurs en sciences et en génie et les enseignants du niveau postsecondaire en sciences et en génie. Nous examinons les parts de l'emploi et des gains des travailleurs en sciences et en génie au cours de la période allant de 1980-1981 à 2000-2001. Nous présentons des comparaisons détaillées par industrie pour 2000 et 2001.



## Sommaire

Depuis longtemps, les scientifiques et les ingénieurs sont considérés comme l'un des déterminants de la compétitivité industrielle d'un pays. La présente étude a pour but de comparer la taille et la composition de l'emploi en sciences et en génie (S-G) au Canada et aux États-Unis, à titre de facteurs facilitant l'évaluation des capacités d'innovation du Canada comparativement aux États-Unis. Nous présentons les parts de l'emploi rémunéré et des gains tirés d'un emploi rémunéré imputables à la main-d'œuvre en sciences et en génie dans les deux pays.

Nos totalisations font la distinction entre un groupe de base et un groupe connexe de travailleurs en sciences et en génie. Le groupe de base comprend les informaticiens et les mathématiciens, les spécialistes des sciences de la vie, les spécialistes des sciences physiques, les spécialistes des sciences sociales, ainsi que les ingénieurs. Le groupe connexe comprend les membres des professions liées à la santé, les directeurs des services de sciences et de génie, les technologues et techniciens en sciences et en génie, une catégorie résiduelle d'autres travailleurs en sciences et en génie et les enseignants du niveau postsecondaire en sciences et en génie.

Proportionnellement parlant, la taille de la main-d'œuvre en sciences et en génie est fort semblable au Canada et aux États-Unis. En 1980 et 1981, les travailleurs occupés à titre de scientifiques et d'ingénieurs ou appartenant à d'autres professions liées aux sciences et au génie représentaient, ensemble, 9,8 % de l'emploi rémunéré au Canada et 9,6 % aux États-Unis. Au cours du temps, l'importance relative des professions du domaine des sciences et du génie et des professions connexes a augmenté quasi-parallèlement dans les deux pays. En 1990 et 1991, ensemble, les travailleurs occupés dans ces professions spécialisées représentaient 11,7 % et 11,3 % des travailleurs rémunérés au Canada et aux États-Unis, respectivement. En 2000 et 2001, la proportion était passée à 13,6 % de l'emploi total dans les deux pays.

La croissance du revenu de la main-d'œuvre en sciences et en génie a également suivi un cours semblable dans les deux pays, l'accroissement des revenus ayant surpassé celui de l'emploi. De 1981 à 2001, les scientifiques, les ingénieurs et les travailleurs des professions reliées aux sciences et au génie au Canada ont vu passer leur part des gains tirés d'un travail rémunéré de 13,4 % à 19,9 % au Canada, et de 12,3 % à 19,2 % aux États-Unis. Parmi la main-d'œuvre plus générale en sciences et en génie, les scientifiques et les ingénieurs sont ceux qui génèrent les revenus les plus élevés relativement à leur nombre.

Certaines différences se dégagent entre le Canada et les États-Unis en ce qui concerne l'intensité de l'emploi des scientifiques et des ingénieurs dans divers secteurs de l'économie. Le secteur comptant la part la plus importante de scientifiques et d'ingénieurs dans les deux pays, c'est-à-dire celui des services professionnels, scientifiques et techniques, emploie une plus forte proportion de scientifiques et d'ingénieurs au Canada qu'aux États-Unis, ces spécialistes représentant le quart de la main-d'œuvre de ce secteur au Canada, mais environ le cinquième aux États-Unis. Inversement, le secteur de la fabrication est caractérisé par une plus forte concentration de scientifiques et d'ingénieurs aux États-Unis qu'au Canada, ces spécialistes représentant 8,1 % de l'emploi dans le secteur de la fabrication aux États-Unis, comparativement à 4,8 % au Canada.



## **Chapitre 1. Introduction**

**D**epuis longtemps, les scientifiques et les ingénieurs sont considérés comme l'un des déterminants de la compétitivité industrielle d'un pays. L'importance du rôle que jouent ces travailleurs spécialisés dans le progrès économique est généralement décrite sans équivoque. À cet égard, les positions adoptées par le Progressive Policy Institute et la National Science Foundation des États-Unis sont un bon exemple. Le Progressive Policy Institute commence son analyse de l'emploi en sciences et en génie en faisant remarquer que l'innovation technologique est l'un des principaux moteurs du progrès économique global et qu'elle est alimentée par une main-d'œuvre solide en génie et en sciences<sup>1</sup>. La National Science Foundation affirme que ces travailleurs contribuent énormément à l'innovation technique et à la croissance économique, à la recherche et à l'accroissement des connaissances<sup>2</sup>. Ces déclarations reflètent l'opinion très répandue selon laquelle la contribution des scientifiques et des ingénieurs au marché du travail est un intrant essentiel des systèmes d'innovation nationaux.

Dans la présente étude, nous comparons la taille et la composition de l'emploi en sciences et en génie au Canada et aux États-Unis, à titre de facteur facilitant l'évaluation des capacités d'innovation au Canada comparativement aux États-Unis. Nous présentons les parts de l'emploi rémunéré et des gains tirés d'un emploi rémunéré imputables aux scientifiques, aux ingénieurs et aux travailleurs connexes dans les deux pays. Nos totalisations font la distinction entre un groupe de base et un groupe connexe de travailleurs en sciences et en génie. Le groupe de base comprend les informaticiens et les mathématiciens, les spécialistes en sciences de la vie, les spécialistes en sciences physiques, les spécialistes en sciences sociales et les ingénieurs. Le groupe connexe comprend les travailleurs des professions liées à la santé, les directeurs des services de sciences et de génie, les technologues et techniciens en sciences et en génie, une catégorie résiduelle d'autres travailleurs en sciences et en génie, et les enseignants en sciences et en génie du niveau postsecondaire. Nous présentons les parts de l'emploi et des gains des travailleurs en sciences et en génie pour la période allant de 1980-1981 à 2000-2001. Des comparaisons détaillées par industrie sont présentées pour 2000 et 2001.

La présentation de l'article est la suivante. À la section 2, nous décrivons les raisons qui ont motivé la présente analyse. Nous avons produit nos totalisations en partant du principe que des estimations comparatives de l'emploi en sciences et en génie fourniraient des éclaircissements sur la taille relative du système d'innovation au Canada. À la section 3, nous discutons du système de classification utilisé pour quantifier la taille et la composition de la main-d'œuvre en sciences et en génie au Canada et aux États-Unis. Cette classification

fait la distinction entre un ensemble de base de professions en sciences et en génie et un ensemble connexe de professions contenant une composante de sciences ou de génie importante.

À la section 4, nous présentons nos estimations de l'emploi et des gains tirés d'un travail rémunéré en sciences et en génie. Nous les donnons sous forme de parts de l'emploi et du revenu, c'est-à-dire les proportions de l'emploi total et du total des gains tirés d'un emploi rémunéré imputables aux personnes qui appartiennent aux professions en sciences et en génie et à celles reliées aux sciences et au génie. Ces estimations sont calculées d'après les données de recensement du Canada et des États-Unis couvrant la période de 20 ans de 1980-1981 à 2000-2001. Nous présentons aussi des estimations pour les sciences et le génie par industrie pour 2000 et 2001. Enfin, à la section 5, nous formulons nos conclusions.

## ***Notes en fin de chapitre***

- 
1. Atkinson et Court (1998 : 41).
  2. National Science Board (2004 : chapitre 3, 5).



## **Chapitre 2. Estimations de l'emploi en sciences et en génie — Contexte**

Une littérature empirique abondante est consacrée à la description des caractéristiques des systèmes nationaux d'innovation<sup>3</sup>. La plupart de ces études explorent les différences entre pays en ce qui concerne la taille et la portée des intrants de l'innovation, comme l'importance relative des ressources consacrées à la recherche et au développement (R-D) selon le pays. Le climat d'innovation qui règne au Canada est parfois qualifié de défavorisé, parce que, toutes proportions gardées, un moins grand nombre de ressources sont consacrées à la R-D que dans de nombreux autres pays, principalement les États-Unis<sup>4</sup>. Dans une étude récente, Baldwin, Beckstead et Gellatly (2005) ont indiqué qu'une mesure type de l'intensité avec laquelle les entreprises consacrent des fonds à l'innovation, c'est-à-dire le ratio DIRDE-PIB<sup>5</sup>, pourrait sous-estimer significativement la taille relative des dépenses d'innovation au Canada, parce que les entreprises canadiennes recourent plus fréquemment que celles de nombreux autres pays à l'achat de R-D et de connaissances technologiques à l'étranger. Ces achats de R-D et de technologies produites à l'étranger sont parfois oubliés dans les comparaisons internationales du rendement en innovation qui sont souvent axées de façon disproportionnée sur la R-D intérieure.

Le présent document prolonge notre étude comparative des facteurs de l'innovation grâce à l'examen d'une autre mesure des ressources économiques qui peuvent être consacrées au processus d'innovation, à savoir la taille de la main-d'œuvre en sciences et en génie.

Il existe des raisons convaincantes de se pencher sur la contribution des scientifiques et des ingénieurs au marché du travail lorsqu'on évalue les différences transfrontalières d'intensité de l'innovation. De longue date, les activités des scientifiques et des ingénieurs sont considérées comme étant essentielles à l'innovation technologique et à la croissance de l'économie. En pratique, ces activités prennent de multiples formes. Certaines comprennent des travaux officiels de R-D, mais d'autres non. Par contre, toutes comportent l'application des sciences et de la technologie au processus d'innovation.

La portée de ces activités sur le marché du travail mérite d'être soulignée. Lors d'une évaluation récente du rendement en R-D du Canada, le Conference Board du Canada (2002 : 4) a averti que les entreprises canadiennes ont désespérément besoin d'un plus grand nombre de scientifiques, d'ingénieurs et de technologues, c'est-à-dire un groupe de travailleurs spécialisés requis en grand nombre pour exécuter de nouveaux travaux de R-D. Bien que nous ne mettions pas en doute le rôle essentiel des scientifiques et des ingénieurs dans la R-D, nombre de ces travailleurs contribuent au processus d'innovation dans le cadre d'activités qui sortent du champ de ce que les statisticiens considèrent formellement comme

des activités de R-D, en particulier grâce aux progrès individuels des entreprises dans les domaines du génie de la production et de l'adaptation des technologies. Dans une étude fondamentale, Mowery et Rosenberg (1989) soulignent l'importance des découvertes technologiques qui ont lieu dans les services de production et d'ingénierie. Cette étude a contribué à promouvoir une vision du processus d'innovation où l'élan innovateur peut émaner de diverses sources au sein de l'entreprise, comme les laboratoires de R-D, les services de production ou les équipes de gestion<sup>6</sup>. Les évaluations des capacités d'innovation qui portent sur de grands échantillons représentatifs de travailleurs en sciences et en génie corroborent cette conception diversifiée du processus d'innovation, en ce sens qu'il s'agit de travailleurs qui participent dynamiquement à un large éventail d'activités créatrices de connaissances, dans les limites de la R-D officielle et en dehors de ces limites.

Les ratios de la R-D intérieure au PIB (produit intérieur brut) demeurent définitivement la base des comparaisons internationales du rendement en innovation<sup>7</sup>. Holbrook (1991 : 259) fait remarquer que les dépenses en R-D sont souvent utilisées comme indicateur principal du niveau d'utilisation des ressources technologiques dans une économie et qu'elles sont scrutées dans le cadre d'un examen global de la politique scientifique. Pour sa part, l'OCDE a, par le passé, fait autant qu'elle a pu la promotion de cet indicateur (ratio DIRD-PIB) comme étant essentiel au développement des sciences et des technologies (Voyer, 1999).

Nous nous intéressons ici à une mesure particulière de la capacité scientifique et technologique d'une économie, à savoir la taille proportionnelle de sa main-d'œuvre en sciences et en génie. Nous présentons ces totalisations en sachant que, comme l'intensité de la R-D, les estimations de la main-d'œuvre en sciences et en génie n'est que l'un des indicateurs des ressources dont disposent les systèmes d'innovation et qu'elles devraient être considérées en tant que tel<sup>8</sup>. Une évaluation transnationale complète du rendement en matière d'innovation nécessite de bons échantillons représentatifs de mesures des intrants et des extrants, dont l'examen dépasse le cadre de la présente étude<sup>9</sup>. Les estimations de la main-d'œuvre présentées ont pour but de fournir des renseignements sur une variable du processus d'innovation autre que la R-D. Nous examinons ces nouvelles données sur la main-d'œuvre en sciences et en génie pour essayer de mieux savoir, du côté des intrants, si le système d'innovation du Canada est aussi défavorisé que ne le laissent entendre les comparaisons conventionnelles du ratio de la R-D au PIB.

## ***Notes en fin de chapitre***

3. Pour des renseignements généraux sur les systèmes d'innovation, consulter Lundvall (2004).
4. Pour une discussion du déficit de la R-D du Canada, consulter Harris (2005). Pour une analyse récente examinant le rôle des effets de « structure » et d'« intensité » dans l'explication de l'écart entre le Canada et les États-Unis en matière de R-D, consulter ab Iorwerth (2005).
5. Deux mesures statistiques qui sont utilisées fréquemment pour évaluer l'effort de la R-D dans une économie sont la DIRD et la DIRDE. La première représente les dépenses intérieures brutes en recherche et développement expérimental et englobe toute la R-D intérieure réalisée durant l'année étudiée (OCDE, 2002 : 3). La DIRDE est une mesure plus restreinte qui inclut uniquement le sous-ensemble des dépenses en R-D intérieure du secteur des entreprises commerciales. PIB signifie Produit intérieur brut.
6. Les enquêtes sur l'innovation réalisées au Canada appuient bien cette vision plus générale d'une diversité de facteurs de l'innovation. Pour une discussion, voir Baldwin et Hanel (2003) et Baldwin et Gellatly (2003).
7. De nombreuses études portent sur les limites des comparaisons types de la R-D au PIB. Pour une discussion de l'effet des différences de structure industrielle sur la précision (c.-à-d. la couverture) des statistiques sur la R-D, voir Kleinknecht, Poot et Reijnen (1991); pour une analyse des effets d'échelle inhérents à la mesure de la R-D, voir Holbrook (1991) et Katz (2005).
8. Se limiter à un seul indicateur peut fausser les comparaisons du degré d'innovation entre pays. Dans une étude récente sur les systèmes d'innovation européens, Roper et Hewitt-Dundas (2005) ont publié des classements de pays pour une variété de mesures de l'activité d'innovation basées sur la production en tenant compte de l'effet des différences de structure industrielle. Ils font remarquer que, dans plusieurs cas, le choix de l'indicateur modifie significativement les perceptions quant au degré d'innovation des divers pays, et recommandent par conséquent que les évaluations du rendement en matière d'innovation soient fondées sur un « panier d'indicateurs ».
9. Pour une excellente vue d'ensemble des mesures de l'innovation, consulter Kleinknecht (1996). Godin (1996) discute des mesures statistiques qui ont été élaborées pour évaluer l'état de l'activité dans le domaine des sciences et de la technologie au Canada. L'évaluation du climat de l'innovation au Canada faite par le Conference Board du Canada (2004) est un bon exemple de cadre analytique complet. Il comprend 17 indicateurs spécifiques regroupés en 4 grandes catégories, à savoir le rendement en matière de connaissances, le rendement en matière de compétences, l'environnement de l'innovation et l'innovation dans les collectivités.



### **Chapitre 3. Mesure de la taille de la main-d'œuvre en sciences et en génie**

Les estimations concernant les sciences et le génie présentées ici sont fondées sur une classification des professions qui a été établie et utilisée par la National Science Foundation (NSF) pour dresser le profil de la population de travailleurs en sciences et en génie aux États-Unis. Comme le soulignent Pollak (1999) et Wilkinson (2002), il existe deux façons d'estimer la taille de cette population, soit a) en dénombrant les travailleurs employés dans les professions en sciences et en génie ou b) en dénombrant les personnes qui ont obtenu un diplôme en sciences ou en génie. L'utilisation de l'une ou de l'autre méthode a une incidence considérable sur la taille et sur la portée de la population des sciences et du génie étudiée. L'importance de ces écarts nécessite un commentaire. Lorsque les estimations de la population des sciences et du génie sont fondées sur les personnes occupées dans les professions en sciences et en génie, la taille de la main-d'œuvre en sciences et en génie des États-Unis en 1999 est de l'ordre de 3,5 millions; par contre, si les estimations sont fondées sur les titulaires d'un diplôme en sciences ou en génie, la population des sciences et du génie devient supérieure à 10 millions (Wilkinson, 2002)<sup>10</sup>. Au Canada, les personnes titulaires d'un diplôme en sciences ou en génie dépassent en nombre celles travaillant dans les professions du domaine des sciences et du génie dans un rapport de 2,2 à 1.

Dans le présent document, nous utilisons la méthode basée sur les professions pour estimer la taille de la population du domaine des sciences et du génie, en nous concentrant sur les personnes qui sont occupées dans un ensemble prédéterminé de professions en sciences et en génie et reliées aux sciences et au génie<sup>11</sup>. Nous avons choisi une définition axée sur la profession, parce que nous voulons avant tout comparer la taille relative de la main-d'œuvre en sciences et en génie. Ce sont ces travailleurs que bon nombre considèrent comme participant activement à la création des connaissances scientifiques et techniques. Ils le font dans de nombreux secteurs du marché du travail, dont les entreprises privées, les ministères gouvernementaux, les universités, et les instituts de recherche financés par des deniers publics et privés, pour n'en nommer que quelques-uns. La grande majorité de ces travailleurs en sciences et en génie ont fait des études officielles dans le domaine des sciences ou du génie. Cependant, un grand nombre de personnes titulaires d'un diplôme en sciences ou en génie travaillent dans des professions n'appartenant pas à ce domaine, mais sont des travailleurs qui contribuent aussi, dans une certaine mesure, au stock de connaissances scientifiques et techniques intégré dans la population active de leur pays. Bien que les comparaisons entre pays portant sur toutes les personnes ayant une formation en sciences ou en génie puissent intéresser certains analystes, le champ plus étroit des professions en sciences et en génie est le point de concentration des totalisations comparatives présentées ici.

<b>Tableau 1 Scientifiques et ingénieurs et professions reliées au domaine des sciences et du génie</b>
<p><b><u>Scientifiques et ingénieurs</u></b></p> <p>Informaticiens et mathématiciens  Informaticiens  Mathématiciens  Enseignants du niveau postsecondaire – informatique et mathématiques</p> <p>Spécialistes des sciences de la vie et sciences associées  Agronomes spécialistes de l'alimentation  Biologistes et spécialistes du domaine médical  Spécialistes des sciences de l'environnement et de la vie  Enseignants du niveau postsecondaire – sciences de la vie et sciences associées</p> <p>Spécialistes des sciences physiques et sciences associées  Chimistes, sauf les biochimistes  Spécialistes des sciences de la terre, géologues et océanographes  Physiciens et astronomes  Autres spécialistes des sciences physiques et sciences associées  Enseignants du niveau postsecondaire – sciences physiques et sciences associées</p> <p>Spécialistes des sciences sociales et sciences associées  Économistes  Politologues  Psychologues  Sociologues et anthropologues  Autres spécialistes des sciences sociales et sciences associées  Enseignants du niveau postsecondaire – sciences sociales et sciences associées</p> <p>Ingénieurs  Ingénieurs en aérospatiale et disciplines connexes  Ingénieurs chimistes  Ingénieurs civiles et ingénieurs architectes  Ingénieurs électriciens et électroniciens et en disciplines connexes  Ingénieurs d'industrie et de fabrication  Ingénieurs mécaniciens  Autres ingénieurs  Enseignants du niveau postsecondaire – génie</p> <p><b><u>Professions reliées aux sciences et au génie (travailleurs des professions reliées aux sciences et au génie)</u></b></p> <p>Professions du secteur de la santé  Directeurs de services de sciences et de services de génie  Enseignants en sciences et en génie de niveau précollégial  Techniciens et technologues en sciences et en génie  Autres professions reliées aux sciences et au génie</p>

Source : La National Science Foundation (NSF).

Le cadre des sciences et du génie de la National Science Foundation définit conventionnellement deux types de professions, celles axées sur les sciences et le génie et celles non axées sur les sciences et le génie. Les professions en sciences et en génie couvrent cinq catégories élémentaires, à savoir l'informatique et les mathématiques, les sciences physiques, les sciences de la vie, les sciences sociales et le génie. Toutes les professions non classées dans l'une de ces cinq catégories étaient conventionnellement classées dans le groupe des professions hors du domaine des sciences et du génie. Récemment, la NSF a révisé son système de classification binaire afin d'inclure une troisième grande catégorie, c'est-à-dire les professions reliées au domaine des sciences et du génie. Il s'agit d'emplois présentant une composante scientifique ou technique très importante, mais qui étaient classés au départ dans la catégorie des professions en dehors du domaine des sciences et du génie. En général, un grand nombre de professions qui sont incluses dans cette nouvelle catégorie

ont une orientation nettement plus appliquée ou pratique (p. ex., techniciens et technologues) que la plupart des professions axées sur la recherche incluses dans la définition de base des professions en sciences et en génie. Nous présentons ce système de classification au tableau 1.

Dans la présente étude, l'expression « scientifiques et ingénieurs » renvoie directement aux cinq catégories professionnelles susmentionnées qui, ensemble, représentent le fondement du cadre des professions en sciences et en génie original de la NSF. De même, l'expression travailleurs reliés au domaine des sciences et du génie renvoie aux personnes appartenant à des professions qui ont été reclassifiées récemment par la NSF comme étant reliées aux sciences et au génie. Quand nous faisons référence à la communauté plus large des sciences et du génie au sein de l'économie, nous entendons l'union de ces deux groupes de professions, c'est-à-dire les travailleurs en sciences et en génie et les travailleurs reliés au domaine des sciences et du génie.

Les statistiques sur les sciences et le génie présentées à la section suivante sont les parts de l'emploi et des gains calculées d'après les données des recensements de la population récents du Canada et des États-Unis<sup>12</sup>. Ces données sont les plus complètes disponibles nous permettant de produire des estimations comparables de l'emploi et des gains dans le domaine des sciences et du génie pour les deux pays. Ceci dit, plusieurs problèmes de mesure doivent faire l'objet de commentaires.

En premier lieu, le recensement du Canada est réalisé tous les cinq ans. Les estimations pour le Canada sont disponibles pour cinq années de recensement, à savoir 1981, 1986, 1991, 1996 et 2001. En revanche, le recensement des États-Unis est réalisé tous les 10 ans; les chiffres sur les sciences et le génie aux États-Unis sont disponibles pour trois recensements, c'est-à-dire 1980, 1990 et 2000. Les comparaisons entre le Canada et les États-Unis pour des périodes particulières sont donc fondées sur des données recueillies pour des années adjacentes (p. ex., 1991 au Canada contre 1990 aux États-Unis). Étant donné la stabilité des parts de l'emploi et des gains en sciences et en génie au cours du temps, les comparaisons entre les deux pays fondées sur des années adjacentes ne réduisent pas considérablement, selon nous, leur interprétabilité. Dans la suite de l'exposé, nos comparaisons transversales portent sur les trois périodes de recensement pour lesquelles des microdonnées américaines sont disponibles, c'est-à-dire 1980-1981, 1990-1991 et 2000-2001.

Nous définissons la part de l'emploi en sciences et en génie comme étant le ratio de l'emploi dans les professions en sciences et en génie au total de l'emploi, fondé sur les dénombrements des travailleurs rémunérés obtenus d'après différents fichiers de données de recensement<sup>13</sup>. De façon analogue, la part des gains en sciences et en génie correspond à la proportion du total des gains tirés d'un travail rémunéré imputable aux travailleurs des professions en sciences et en génie. Le deuxième problème de mesure qu'il convient de souligner est celui de l'élaboration d'estimations du revenu fondées sur des données de recensement comparables pour les deux pays. Bien que les concepts de part de l'emploi et de part des gains soient simples, le second ne peut être calculé directement d'après les fichiers de données de recensement à grande diffusion des États-Unis. Les données sur les gains qui figurent

dans ces fichiers sont *plafonnées*, pratique qui consiste à supprimer les données sur le revenu des personnes situées à l'extrémité supérieure de la distribution des revenus. Par conséquent, nous recourons à un autre moyen pour calculer les parts des gains en sciences et en génie. Pour chaque pays, nous estimons la part du total des gains imputables à chaque catégorie de travailleurs en sciences et en génie en multipliant le nombre de travailleurs en sciences et en génie par leurs gains moyens, puis en divisant l'estimation ainsi obtenue du total des gains en sciences et en génie par l'estimation correspondante des gains pour l'ensemble des travailleurs. Ces parts du revenu ont la forme générale :

$$(1) \quad rev\_prt_c^i = \frac{n_c^i * y_c^i}{\sum_i n_c^i * y_c^i}$$

où  $rev\_prt_c^i$  représente la part des gains imputable à un ensemble particulier de professions,  $i$ , dans le pays  $c$ ,  $n_c^i$  est le nombre de travailleurs occupés dans les professions de type  $i$  dans le pays  $c$  et  $y_c^i$  est le revenu médian de ces travailleurs. Le dénominateur de l'équation (1) correspond aux gains agrégés estimés des travailleurs occupés dans le pays  $c$ . Cette méthode produit des estimations exactes des parts des gains pour une gamme de catégories professionnelles<sup>14</sup>.

Le troisième problème de mesure est lié à l'exactitude du codage des professions dans le Recensement de la population. En pratique, ce codage est une tâche difficile, parce qu'il dépend de la complétude de la description de la profession fournie par le répondant. En partant de cette information, un code de profession est attribué à chaque répondant par une opération de codage. On estime que le taux d'erreurs de codage est élevé pour certaines professions, particulièrement pour les catégories de la gestion (Statistique Canada, 1999). Par conséquent, nous avons évité d'utiliser des catégories professionnelles détaillées dans la présente étude. À notre avis, les estimations pour les agrégats de professions de plus haut niveau présentées ici pour les deux pays sont comparables, étant donné la similarité des méthodes utilisées pour dériver les données sur les professions<sup>15</sup>.

Nous présentons nos estimations de l'emploi et des gains en sciences et en génie à la section suivante.

## Notes en fin de chapitre

10. La portée de la population officielle des sciences et du génie de la NSF est fondée sur l'union de ces deux méthodes, c'est-à-dire la somme sans double compte des personnes travaillant dans les professions des sciences et du génie ou titulaires d'un diplôme en sciences ou en génie. Pour une discussion, voir Kannankutty et Wilkinson (1999).
11. Une étude canadienne antérieure (Hansen, 1999) a été réalisée en utilisant des données sur le *domaine d'études* pour estimer la taille de la main-d'œuvre en sciences et en technologie (S-T). L'étude présentait aussi les résultats sur le marché du travail (situation d'activité, industrie d'emploi) associés aux diverses catégories de travailleurs des S-T.
12. D'autres organismes, comme l'OCDE, publient régulièrement des comparaisons portant sur de nombreux pays. Pour des questions de disponibilité des données et compte tenu de la pratique de longue date consistant à étalonner les données sur l'économie canadienne en fonction des données américaines, nous avons limité la portée de notre étude à une comparaison entre le Canada et les États-Unis.
13. Cette approche du simple dénombrement des travailleurs soulève une question en rapport direct avec la mesure de l'innovation, à savoir faire la distinction entre le travail comportant des activités en sciences et en génie et celui qui n'en comporte pas. Les scientifiques et les ingénieurs ne font pas tous des travaux relevant de la création de connaissances scientifiques et techniques; de surcroît, parmi ceux qui réalisent des travaux pertinents, la plupart répartissent sans aucun doute leur temps entre ces activités de sciences et de génie génératrices de connaissances et d'autres tâches plus banales. Les enquêtes auprès des entreprises visant à recueillir des renseignements sur la taille de la main-d'œuvre en R-D règlent ce problème en demandant aux entreprises répondantes de déclarer leur effort de R-D en équivalents temps plein (ETP). Selon cette méthode, on attribue aux travailleurs en R-D un poids qui est égal à la part de leur effort de travail qui est consacré à la R-D. Par exemple, les travailleurs qui consacrent tout leur temps à la R-D reçoivent un poids de un; ceux qui y consacrent la moitié de leur temps reçoivent un poids de 0,5. Bien que l'ajustement tienne compte du problème du travail « à temps partiel » en théorie, il est difficile d'obtenir les données sur les ETP en pratique, parce que, souvent, les répondants ne gardent pas de renseignements à ce sujet. Les ajustements en fonction des ETP de ce type dépassent de loin le cadre de notre étude, car nos totalisations sont calculées d'après des fichiers de données des recensements du Canada et des États-Unis, et non d'après des données d'enquêtes auprès des industries conçues pour recueillir des renseignements auprès des directeurs des services de sciences et de génie.
14. Nous avons évalué la précision de cet estimateur directement d'après des données de recensement du Canada. Nous avons comparé les résultats que nous avons obtenus au moyen de l'équation (1) aux estimations de la part réelle que l'on obtient par calcul direct d'après les données sur les gains qui ne sont pas plafonnées. (Ces parts réelles sont calculées sous la forme  $\frac{y_i}{Y_c}$ , c'est-à-dire la somme des gains de toutes les personnes appartenant à la catégorie professionnelle  $i$  divisée par la somme des gains des personnes occupées.) Les valeurs réelles

des parts et les valeurs estimées d'après l'équation (1) sont fort semblables, aussi bien pour des années particulières que si on les compare au fil du temps. Quand nous calculons ces ratios d'après les données du Recensement du Canada de 2001, nous observons un écart d'un point entre la part réelle des gains et la part estimée des gains d'après l'équation (1) pour les professions en sciences et en génie et les professions reliées aux sciences et au génie. Et cet écart d'un point de pourcentage représente aussi la divergence entre la croissance de ces ratios des gains dans le long terme, car les parts estimées de pourcentage et réelles des gains basées sur les données du Recensement du Canada de 1981 sont quasiment identiques. Ces comparaisons nous portent à croire que les parts du revenu présentées ici sont fiables.

15. Remarque supplémentaire concernant les méthodes : les estimations pour le Canada pour 1991 sont une moyenne des résultats obtenus d'après deux systèmes de classification distincts, c'est-à-dire la Classification type des professions de 1980 (utilisée pour calculer les estimations pour 1981) et la Classification type des professions de 1991 (utilisée pour calculer les estimations pour 2001).

## Chapitre 4. Professions en S-G et reliées aux S-G au Canada et aux États-Unis

Les parts du total de l'emploi et du total des gains imputables aux scientifiques et aux ingénieurs, ainsi qu'aux travailleurs des professions reliées au domaine de la science et du génie sont présentées au tableau 2. Les totalisations englobent les travailleurs des industries des secteurs privé et public.

<b>Tableau 2 Parts de l'emploi et du revenu des scientifiques et des ingénieurs et des travailleurs des professions reliées aux sciences et au génie</b>			
Parts de l'emploi	1980-1981	1990-1991	2000-2001
<b>Canada</b>			
Pourcentage des personnes occupées classées dans la catégorie des:			
Scientifiques et ingénieurs	2,3	3,0	4,5
Travailleurs des professions reliées aux sciences et au génie	7,5	8,7	9,0
Autres travailleurs	90,2	88,3	86,4
<b>États-Unis</b>			
Pourcentage des personnes occupées classées dans la catégorie des:			
Scientifiques et ingénieurs	2,6	3,3	4,5
Travailleurs des professions reliées aux sciences et au génie	7,1	8,0	9,1
Autres travailleurs	90,4	88,7	86,4
<b>Parts du revenu</b>			
<b>Canada</b>			
Pourcentage des gains tirés d'un emploi rémunéré imputable aux:			
Scientifiques et ingénieurs	4,2	5,2	7,7
Travailleurs des professions reliées aux sciences et au génie	9,3	11,3	12,2
Autres travailleurs	86,6	83,5	80,1
<b>États-Unis</b>			
Pourcentage des gains tirés d'un emploi rémunéré imputable aux:			
Scientifiques et ingénieurs	5,1	6,5	8,5
Travailleurs des professions reliées aux sciences et au génie	7,3	9,0	10,7
Autres travailleurs	87,7	84,5	80,8

Note : La somme des pourcentages peut être différente de 100 puisque ceux-ci ont été arrondis.

Source : Totalisations fondées sur les données des recensements de la population du Canada de 1981, 1991 et 2001 et des recensements de la population des États-Unis de 1980, 1990 et 2000.

Toutes proportions gardées, la similarité de la taille de la main-d'œuvre en sciences et en génie au Canada et aux États-Unis est frappante. En 1980 et 1981, les professions en sciences et en génie et reliées aux sciences et au génie représentaient, ensemble, 9,8 % de l'emploi rémunéré au Canada et 9,7 % de l'emploi rémunéré aux États-Unis. Dans les deux pays, l'importance relative de ces travailleurs a augmenté presque simultanément au cours du temps. En 1990 et 1991, les travailleurs en sciences et en génie et reliés aux sciences et au génie représentaient ensemble 11,7 % et 11,3 % des travailleurs rémunérés au Canada et aux États-Unis, respectivement. En 2000 et 2001, la part de l'emploi en sciences et en génie et dans les professions reliées aux sciences et au génie était la même dans les deux pays, soit 13,6 % du total de l'emploi.

Les différences de taille relative entre les deux grandes catégories professionnelles qui, ensemble, forment la communauté des sciences et du génie sont modérées. En 1980 et 1981, les États-Unis possédaient une proportion de scientifiques et d'ingénieurs légèrement plus élevée que le Canada, soit 2,6 % et 2,3 % de la population active, respectivement. En 2000 et 2001, l'écart entre les deux pays avait disparu, les scientifiques et les ingénieurs représentant 4,5 % des travailleurs rémunérés au Canada ainsi qu'aux États-Unis.

Les travailleurs appartenant au deuxième grand groupe des professions reliées aux sciences et au génie sont, dans l'ensemble, nettement plus nombreux que les scientifiques et les ingénieurs, quoique les nombres relatifs de ces derniers aient augmenté spectaculairement dans les deux pays au cours des années 1990. Avant cela, le Canada avait un léger avantage par rapport aux États-Unis en ce qui concerne la taille relative de sa main-d'œuvre dans les professions reliées aux sciences et au génie. En 1990 et 1991, ces travailleurs représentaient 8,7 % de l'emploi au Canada, comparativement à 8,0 % aux États-Unis. En 2000 et 2001, ce léger écart avait de nouveau disparu, les travailleurs des professions reliées aux sciences et au génie représentant 9,0 % et 9,1 % de la population active du Canada et des États-Unis, respectivement.

La croissance du revenu parmi les travailleurs de la communauté des sciences et du génie a également suivi le même cours dans les deux pays, et l'accroissement des gains tirés d'un travail rémunéré dans les professions en sciences et en génie et dans celles reliées aux sciences et au génie a surpassé l'accroissement correspondant de l'emploi. De 1981 à 2001, les scientifiques, les ingénieurs et les travailleurs des professions reliées aux sciences et au génie au Canada ont vu passer leur part des gains tirés d'un travail rémunéré de 13,5 % à 19,9 %, tandis que leurs homologues américains ont vu la leur passer de 12,4 % à 19,2 %. Les scientifiques et les ingénieurs génèrent les revenus les plus importants relativement à leur nombre. Les travailleurs des professions reliées aux sciences et au génie génèrent également une part du revenu bien supérieure à leur part de l'emploi, surtout au Canada. En outre, l'écart entre les parts du revenu et de l'emploi des travailleurs des professions reliées aux sciences et au génie a augmenté au cours du temps dans les deux pays.

Les totalisations agrégées présentées plus haut révèlent peu de différences entre les tailles relatives de la main-d'œuvre en sciences et en génie et de celle dans les professions reliées aux sciences et au génie au Canada et aux États-Unis. L'incidence de ces travailleurs est la même pour chaque période visée par l'analyse (1980-1981, 1990-1991 et 2000-2001), la croissance de l'emploi en sciences et en génie et dans les professions reliées aux sciences et au génie ayant lieu pas à pas dans les deux pays. Il en est de même des gains tirés d'un travail rémunéré.

Nous allons maintenant présenter des estimations plus détaillées de l'emploi en sciences et en génie par secteur d'activité, afin de déterminer la mesure dans laquelle ces similarités observées au niveau agrégé masquent d'importantes différences en ce qui concerne l'emplacement des travailleurs en sciences et en génie dans les deux économies. Dans cet exercice, nous nous concentrons sur l'ensemble de base de scientifiques et d'ingénieurs, c'est-à-dire des travailleurs qui, en 2000 et 2001, représentaient 4,5 % de l'emploi dans les deux pays.

**Tableau 3 Scientifiques et ingénieurs dans la population active, selon le secteur**

	Pourcentage des scientifiques et des ingénieurs dans la population active				Parts de l'emploi total imputable au secteur (%)			
	Canada	Classement du secteur	États- Unis	Classement du secteur	Canada	Classement du secteur	États- Unis	Classement du secteur
Services professionnels, scientifiques et techniques	25,5	1	19,9	1	6,4	6	5,8	7
Industrie de l'information et industrie culturelle	12,7	2	11,4	2	2,7	15	3,1	14
Services publics	12,2	3	9,8	4	0,8	19	0,9	18
Extraction minière et extraction de pétrole et de gaz	8,9	4	8,5	5	1,1	18	0,4	19
Administrations publiques	8,4	5	6,9	7	5,9	7	5,6	8
Gestion de sociétés et d'entreprises	7,8	6	10,6	3	0,1	20	0,1	20
Finance et assurances	5,6	7	5,5	8	4,2	12	5,0	9
Fabrication	4,8	8	8,1	6	13,8	1	14,0	1
Commerce de gros	4,3	9	2,7	10	4,5	11	3,6	12
Services d'enseignement	2,5	10	2,9	9	6,7	4	8,7	4
Services administratifs, services de soutien, services de gestion des déchets et services d'assainissement	2,1	11	1,6	12	3,8	13	3,4	13
Soins de santé et assistance sociale	1,6	12	1,9	11	10,0	3	11,0	3
Construction	1,5	13	1,4	14	5,4	8	6,7	5
Autres services (sauf les administrations publiques)	1,3	14	1,0	18	4,8	10	4,8	10
Transport et entreposage	1,3	15	1,2	16	5,0	9	4,3	11
Services immobiliers et services de location et de location à bail	1,3	16	0,9	19	1,7	17	1,9	15
Arts, spectacles et loisirs	1,1	17	1,1	17	1,9	16	1,8	16
Agriculture, foresterie, pêche et chasse	0,9	18	1,3	15	3,5	14	1,5	17
Commerce de détail	0,8	19	1,5	13	11,3	2	11,6	2
Hébergement et services de restauration	0,1	20	0,2	20	6,5	5	6,0	6

Note : Les secteurs triés par ordre décroissant en fonction de la part de scientifiques et d'ingénieurs au Canada.

Source : Totalisations fondées sur les données du Recensement de la population des États-Unis de 2000 et du Recensement de la population du Canada de 2001.

Le tableau 3 donne la part de l'emploi imputable aux scientifiques et aux ingénieurs dans 20 secteurs d'activité distincts, calculée d'après des données provenant du Recensement des États-Unis de 2000 et du Recensement du Canada de 2001. Nous présentons aussi la part du total de l'emploi, basée sur l'ensemble des professions, correspondant à chaque secteur. Entre parenthèses, nous donnons le classement de chaque secteur, en fonction de l'intensité des sciences et du génie et de la part de l'emploi, dans chaque pays<sup>16</sup>.

L'intensité en sciences et en génie est semblable au Canada et aux États-Unis pour nombre des secteurs d'activité examinés. Parmi les cinq pour lesquels l'intensité en sciences et en génie est la plus forte dans chaque pays, quatre sont les mêmes dans les deux pays. Deux secteurs méritent un examen plus particulier. Premièrement, le secteur comptant la part la plus importante de scientifiques et d'ingénieurs dans chaque pays, c'est-à-dire celui des services professionnels, scientifiques et techniques, affiche une plus forte intensité en sciences et en génie au Canada qu'aux États-Unis. Les scientifiques et les ingénieurs représentent le quart de la main-d'œuvre de ce secteur au Canada, mais le cinquième seulement aux États-Unis. Ce secteur représente environ 6 % de l'ensemble de la population active dans les deux pays. Le deuxième secteur méritant un commentaire est celui de la fabrication.

Représentant 14 % de l'emploi au Canada ainsi qu'aux États-Unis, ce secteur est le plus important examiné plus haut. Or, l'intensité en sciences et en génie du secteur de la fabrication est plus forte aux États-Unis qu'au Canada. Les scientifiques et les ingénieurs y représentent 8,1 % de l'emploi aux États-Unis comparativement à 4,8 % au Canada.

Bien que le classement relatif des secteurs soit le même dans les deux pays, nous relevons de légères différences entre les intensités en sciences et en génie au Canada et aux États-Unis dans les secteurs d'activité dont la part de l'emploi est plus modeste. Le secteur des administrations publiques compte une part plus importante de la main-d'œuvre en sciences et en génie au Canada (8,4 %) qu'aux États-Unis (6,9 %), tandis que l'intensité en sciences et en génie est plus faible dans le secteur des services d'enseignement que dans celui des administrations publiques dans les deux pays. Toutefois, toutes proportions gardées, la taille du secteur américain des services d'enseignement est plus grande et son intensité en sciences et en génie, légèrement plus forte. Ceci étant dit, cette différence et les autres sont qualitativement modestes.

Il convient de comparer les totalisations concernant les sciences et le génie selon le secteur d'activité présentées ici aux résultats d'une analyse récente de l'effort de R-D au Canada axée sur l'importance sous-jacente des différences structurelles entre les deux économies. ab Iorwerth (2005) indique qu'une part importante de l'écart entre le Canada et les États-Unis en matière de R-D est attribuable à des dépenses en R-D plus faibles dans quelques industries, lesquelles ont une forte pondération dans le calcul des ratios DIRD-PIB au Canada. Son étude fait également ressortir que le Canada possède plusieurs industries à forte intensité de recherche qui font proportionnellement plus de R-D que leurs homologues américains, mais il s'agit de petites industries qui ont moins de poids dans les comparaisons de la R-D au niveau agrégé. Les totalisations présentées ici donnent à penser que ce genre de facteur distributionnel qui, structurellement, donne une impression défavorable du rendement en matière de R-D au Canada ne s'applique pas aux comparaisons de la main-d'œuvre en sciences et en génie. L'intensité en sciences et en génie plus forte dans certains domaines de l'économie américaine étant compensée par une intensité en sciences et en génie plus forte dans d'autres secteurs au Canada. La pondération par l'emploi associée à ces profils de plus forte et plus faible intensité en sciences et en génie produit des valeurs équivalentes d'intensité en sciences et en génie dans l'agrégat.

Les comparaisons intersectorielles présentées au tableau 3 constituent un point de départ pour la réalisation d'analyses plus détaillées des facteurs structurels et technologiques qui contribuent aux différences d'intensité en sciences et en génie selon le secteur entre le Canada et les États-Unis. Pour les deux secteurs pour lesquels nous observons des différences d'intensité importantes, c'est-à-dire la fabrication et les services professionnels, scientifiques et techniques (PST), nous pouvons décomposer l'écart en une partie due à la variation sous-jacente de la structure industrielle et une autre due à la variation sous-jacente des compétences techniques. Le premier de ces effets, la variation de la structure industrielle, représente la partie de la différence d'intensité en sciences et en génie dans le secteur de la fabrication ou celui des services PST qui émane de différences entre les deux pays en ce qui concerne la taille relative des industries qui composent ces secteurs. Le deuxième effet, celui de la

variation des compétences techniques, représente la part de la différence d'intensité en sciences et en génie dans le secteur de la fabrication ou celui des services PST due à des différences de concentration de l'emploi de scientifiques et d'ingénieurs dans ces secteurs particuliers, après que l'on ait tenu compte des effets de composition industrielle. (Nous présentons les mathématiques de cette décomposition à l'annexe C.)

L'intensité des sciences et du génie dans le secteur de la fabrication est inférieure de 3,3 points de pourcentage au Canada à celle observée aux États-Unis. Environ la moitié de cet écart est due à des différences sous-jacentes de composition industrielle de ce secteur, après que l'on ait tenu compte des différences technologiques; le reste de l'écart est attribuable à des différences d'intensité technologique, après avoir neutralisé les effets de la composition industrielle. Dans le secteur de la fabrication, les industries de l'automobile et de l'aérospatiale sont à l'origine de la plupart des différences de structure industrielle se traduisant par une plus forte intensité des sciences et du génie aux États-Unis. Les industries de la fabrication de matériel de haute technologie<sup>17</sup> rendent compte de la plupart de la différence d'intensité technologique, quand on tient compte de l'effet de la variation de la composition industrielle.

L'intensité des sciences et du génie dans le secteur des services professionnels, scientifiques et techniques est 5,6 points de pourcentage plus élevée au Canada qu'aux États-Unis. Ici, environ les deux tiers de l'écart sont dus à des différences sous-jacentes de composition industrielle de ce secteur entre les deux pays. L'industrie de la conception de systèmes informatiques et de services connexes est à l'origine de la plupart de l'écart observé, en ce qui concerne tant l'effet de la composition industrielle que celui des compétences technologiques.

## ***Notes en fin de chapitre***

- 
16. Nous donnons la répartition des scientifiques et des ingénieurs entre les secteurs d'activité à l'annexe B.
  17. Fabrication de matériel informatique et périphérique, fabrication de matériel de communications et de matériel audio et vidéo, et fabrication de composants et de produits électroniques.



## **Chapitre 5. Conclusion**

**L**es études empiriques portant sur les différences entre les capacités d'innovation des économies nationales suscitent beaucoup d'intérêt. Le système d'innovation du Canada est parfois considéré comme étant désavantagé, parce que les entreprises canadiennes consacrent, toutes proportions gardées, moins de ressources à la recherche et au développement que celles de nombreux autres pays. L'écart entre le Canada et les États-Unis en matière de R-D a fait l'objet d'une attention particulière.

L'intensité de la R-D n'est que l'une des mesures de la capacité d'innovation d'une économie. Le présent article est axé sur la mesure d'un facteur différent, à savoir la part de la main-d'œuvre occupée imputable aux professions en sciences et en génie. Depuis longtemps, les scientifiques et les ingénieurs sont considérés comme une source importante d'innovation technologique et de croissance de l'économie. Nombre de ces travailleurs font de la R-D, tandis que d'autres ont sur le marché du travail des activités qui sortent des limites de la R-D officielle.

Nos totalisations sont produites d'après les données du Recensement de la population du Canada et de celui des États-Unis afin d'estimer la taille de la main-d'œuvre en sciences et en génie des deux pays. Le Canada est peut-être moins bien placé que les États-Unis en ce qui concerne les dépenses intérieures en R-D, mais, relativement parlant, il ne semble pas désavantagé en ce qui concerne l'effectif de la main-d'œuvre en sciences et en génie. Au niveau agrégé, la part des personnes travaillant en sciences et en génie et dans les professions reliées aux sciences et au génie est étonnamment semblable dans les deux pays. Elles étaient semblables il y a 20 ans et, depuis, ont augmenté parallèlement.



## ***Annexe A. Notes sur la mesure des professions en sciences et en génie et reliées aux sciences et au génie***

La taxonomie utilisée ici pour quantifier la taille de la main-d'œuvre en sciences et en génie et dans les professions reliées aux sciences et au génie est fondée sur la classification des professions établie par la National Science Foundation (NSF) des États-Unis. Nous avons mentionné à la section 2 plusieurs des difficultés qu'a posées la production des estimations. La présente annexe donne une discussion plus détaillée des problèmes liés aux données.

Au fin de la présente étude, la principale tâche de développement des données consistait à opérationnaliser le cadre des professions en sciences et en génie de la NSF dans ce que nous pourrions appeler un « contexte de recensement », tant pour le Canada que pour les États-Unis. L'exercice comprenait l'établissement d'un lien entre la classification professionnelle détaillée utilisée par la NSF et les codes de profession utilisés pour classer les travailleurs dans les recensements du Canada et des États-Unis. Ces codes de profession du recensement évoluent au cours du temps dans chaque pays, à la suite de révisions apportées périodiquement aux normes professionnelles afin de refléter l'évolution des caractéristiques professionnelles de la population active. Le défi consistait donc à définir un ensemble cohérent de professions en sciences et en génie et reliées aux sciences et au génie pour chaque pays, puis à les rendre comparables, transversalement (pour une période de recensement donnée) ainsi qu'au cours du temps (sur l'ensemble des périodes de recensement étudiées). Cet exercice comportait un degré raisonnable d'évaluation subjective afin de déterminer quels codes de profession particuliers étaient appropriés et la façon d'harmoniser ces ensembles de codes au cours du temps. Cependant, dans l'ensemble, nous sommes convaincus que les codes de profession utilisés ici concordent bien, fondamentalement, avec le cadre des professions en sciences et en génie de la NSF. (La liste détaillée des codes de profession du recensement utilisés peut être obtenue sur demande auprès des auteurs.)

Bien que nous en ayons discuté à la section 2, les éléments essentiels de notre approche axée sur les professions méritent d'être réitérés ici. Les individus sont classés dans la catégorie des scientifiques et des ingénieurs ou dans celle des professions reliées au domaine des sciences et du génie, quelles que soient les études officielles qu'ils ont faites. Autrement dit, certains scientifiques et ingénieurs, quoiqu'une faible minorité, ne possèdent pas de diplôme en sciences, en génie ou dans un domaine relié aux sciences et au génie. Ceci dit, cette approche axée sur la profession permet de produire des estimations nettement plus restreintes de la population de scientifiques et d'ingénieurs et de la population des professions reliées aux sciences et au génie que celle produite en utilisant l'approche axée sur les études.

Un certain nombre de questions détaillées concernant le traitement de professions particulières doivent être mentionnées ici par souci de transparence. Nous les exposons ci-après.

La NSF inclut les professions relatives à l'enseignement postsecondaire dans les domaines pertinents des sciences et du génie dans sa définition du domaine des sciences et du génie. Cependant, dans les données de recensement du Canada, les enseignants du niveau postsecondaire ne sont pas classés selon leur domaine spécialisé (p. ex., physique, chimie, mathématiques). Par conséquent, nous affectons une part de ce groupe d'enseignants du niveau postsecondaire à une catégorie distincte de professions reliées aux sciences et au génie (en nous basant sur la part de titulaires d'un diplôme en sciences ou en génie ou dans les domaines reliés aux sciences et au génie). Pour assurer la comparabilité avec les données de recensement des États-Unis, nous ne tenons pas compte du domaine spécialisé des enseignants du niveau postsecondaire.

Bien que la NSF crée une catégorie distincte pour les enseignants de niveau précollégial en informatique, en mathématiques, en sciences et en sciences sociales, les enseignants du secondaire ne sont classés, selon le domaine spécialisé, dans ni l'un ni l'autre pays dans les données de recensement. Ces enseignants ne sont pas inclus dans la classification des professions en sciences et en génie et de celles reliées aux sciences et au génie utilisées pour la présente étude.

La NSF inclut les spécialistes du diagnostic et du traitement du secteur de la santé dans sa catégorie des sciences de la vie s'ils ont obtenu un doctorat. Dans les fichiers de microdonnées du recensement des États-Unis, des renseignements sur l'obtention d'un diplôme sont disponibles pour les recensements de 1990 et de 2000, mais non pour celui de 1980. Par conséquent, tous les spécialistes du diagnostic et du traitement du secteur de la santé sont regroupés dans la catégorie des professions du secteur de la santé.

Les ingénieurs commerciaux sont identifiés par des codes distincts dans les fichiers de microdonnées du recensement des États-Unis. Cependant, au Canada, cette profession n'est pas codée dans les fichiers de recensement (ni dans les systèmes de classification des professions). Nous supposons que ces personnes sont classées dans la catégorie des « autres professionnels en génie » plutôt que dans celle des « spécialistes des ventes techniques ».

Certaines totalisations présentées dans le document sont calculées en utilisant la Classification type des professions de 1980. Dans cette classification, les programmeurs et les analystes de systèmes informatiques sont regroupés. Pour assurer la continuité au cours du temps, nous avons classé ces deux ensembles de professions dans le groupe des mathématiciens et des informaticiens dans la catégorie principale des scientifiques et des ingénieurs. La NSF classe cette profession dans le groupe des professions reliées aux sciences et au génie.

Dans le cadre de la NSF, la catégorie des autres professions reliées aux sciences et au génie comprend les actuaires et les architectes. Par contre, dans la Classification type des professions utilisée au Canada, les actuaires sont regroupés avec les mathématiciens. Par

conséquent, pour les deux pays, nous classons les actuaires dans la catégorie des mathématiciens et des informaticiens dans le groupe principal des scientifiques et ingénieurs. Donc, dans la présente étude, les architectes (y compris les architectes paysagistes) représentent la seule profession incluse dans la catégorie des autres professions reliées aux sciences et au génie.

Les scientifiques et les ingénieurs des Forces armées sont classés en fonction de leur profession dans une catégorie de profession des Forces armées dans le cadre du recensement (tant au Canada qu'aux États-Unis.). Ces travailleurs ne peuvent être classés que comme des scientifiques ou des ingénieurs au moyen de la taxonomie axée sur le diplôme de la NSF. Cela pourrait se faire dans le contexte canadien en utilisant les données sur le domaine principal d'études disponibles dans le recensement, mais il n'existe aucune donnée correspondante dans les fichiers de microdonnées du recensement des États-Unis. Par conséquent, ces travailleurs sont exclus des définitions de la catégorie des scientifiques et des ingénieurs et de celle des professions reliées aux sciences et au génie utilisées ici.

La catégorie des directeurs des services de sciences et de génie est raisonnablement bien définie dans la Classification type des professions de 2000, mais nettement moins bien dans les systèmes de classification antérieurs. Dans ces derniers, les directeurs des services de génie, de mathématiques et de sciences naturelles et les directeurs des services de sciences sociales et de domaines connexes sont inclus dans des agrégats professionnels de plus haut niveau. Par conséquent, dans la présente étude, nous utilisons une définition plus restreinte des directeurs des services de sciences et de génie pour l'analyse réalisée pour 1980-1981 et 1990-1991 (fondée sur les cadres des professions liées à la santé et à la médecine).



## ***Annexe B. Répartition des scientifiques et des ingénieurs et des travailleurs des professions reliées aux sciences et au génie selon le secteur de l'industrie***

Le tableau 3 de la section 4 donne le pourcentage de l'emploi imputable aux scientifiques et aux ingénieurs de 20 secteurs distincts, afin de comparer l'intensité de l'emploi en sciences et en génie dans les secteurs d'activité du Canada et des États-Unis. Le tableau qui suit donne, pour chaque pays, la répartition du stock total de scientifiques et d'ingénieurs entre ces secteurs, afin de déterminer dans quelle mesure la concentration des scientifiques et des ingénieurs est plus forte dans certains secteurs que dans d'autres dans l'un ou l'autre pays. Comme au tableau 3, nous donnons aussi la répartition de l'emploi total rémunéré entre ces secteurs au Canada ainsi qu'aux États-Unis.

**Tableau B1 Répartition de l'emploi selon le secteur de l'industrie**

	Pourcentage des scientifiques et des ingénieurs dans la population active		Parts de l'emploi total imputable au secteur	
	Canada	États-Unis	Canada	États-Unis
Services professionnels, scientifiques et techniques	35,9	25,9	6,4	5,8
Industrie de l'information et industrie culturelle	7,5	7,8	2,7	3,1
Services publics	2,1	2,0	0,8	0,9
Extraction minière et extraction de pétrole et de gaz	2,1	0,7	1,1	0,4
Administrations publiques	10,9	8,6	5,9	5,6
Gestion de sociétés et d'entreprises	0,2	0,1	0,1	0,1
Finance et assurances	5,2	6,0	4,2	5,0
Fabrication	14,8	25,4	13,8	14,0
Commerce de gros	4,2	2,2	4,5	3,6
Services d'enseignement	3,6	5,6	6,7	8,7
Services administratifs, services de soutien, services de gestion des déchets et services d'assainissement	1,7	1,2	3,8	3,4
Soins de santé et assistance sociale	3,5	4,7	10,0	11,0
Construction	1,8	2,1	5,4	6,7
Autres services (sauf les administrations publiques)	1,4	1,1	4,8	4,8
Transport et entreposage	1,4	1,2	5,0	4,3
Services immobiliers et services de location et de location à bail	0,5	0,4	1,7	1,9
Arts, spectacles et loisirs	0,4	0,4	1,9	1,8
Agriculture, foresterie, pêche et chasse	0,7	0,4	3,5	1,5
Commerce de détail	2,0	4,0	11,3	11,6
Hébergement et services de restauration	0,2	0,2	6,5	6,0

Note : Les secteurs sont classés par ordre décroissant des parts des scientifiques et des ingénieurs au Canada, telles qu'elles sont présentées au tableau 3.

Source : Totalisations fondées sur les données du Recensement de la population des États-Unis de 2000 et du Recensement de la population du Canada de 2001.

Les exemples de secteurs examinés à la section 4 nécessitent un commentaire ici. Comme nous l'avons mentionné plus haut, la fabrication représente 14 % de l'emploi rémunéré total au Canada ainsi qu'aux États-Unis. Et, comme il est indiqué au tableau 3, l'intensité en sciences et en génie dans le secteur de la fabrication est moins forte au Canada qu'aux États-Unis. Les données susmentionnées jettent un nouvel éclairage sur ces différences. Au Canada, 15 % seulement des scientifiques et des ingénieurs sont employés en fabrication, comparativement à environ 25 % aux États-Unis. Dans la même veine, nous avons également mentionné plus haut que le secteur des services professionnels, scientifiques et techniques est caractérisé par une plus forte intensité des sciences et du génie au Canada qu'aux États-Unis. Bien que ce secteur représente environ la même part de l'emploi total dans les deux pays, il emploie 36 % des scientifiques et des ingénieurs au Canada, comparativement à 26 % aux États-Unis.



## **Annexe C. Décomposition des différences sectorielles d'intensité des emplois en sciences et en génie entre le Canada et les États-Unis**

L'analyse par décomposition dont il est discuté à la section 3 est décrite en détails ci-après. Cette analyse a pour but de déterminer la mesure dans laquelle les différences observées d'intensité des emplois en sciences et en génie dans un secteur particulier (p. ex., fabrication au Canada contre fabrication aux États-Unis) sont dues à 1) des différences sous-jacentes entre les deux pays en ce qui concerne la taille relative des industries qui constituent le secteur et 2) des différences sous-jacentes entre les deux pays de l'intensité d'utilisation des emplois en sciences et en génie dans ces industries de niveau moins agrégé. Le premier de ces facteurs évalue le rôle de la composition industrielle et le second, les différences technologiques dans ces industries moins agrégées, en utilisant comme variable de substitution la variation de l'importance relative accordée aux scientifiques et aux ingénieurs.

Mathématiquement, cette décomposition prend la forme suivante. Soit  $T_{C,i(s)}^{SI}$  l'emploi des scientifiques et des ingénieurs au Canada dans le sous-secteur  $i$  (p. ex., fabrication aérospatiale) faisant partie du secteur  $s$  (p. ex., fabrication). La part des travailleurs occupés qui sont des scientifiques et des ingénieurs dans le sous-secteur  $i$  est

$$P_{C,i(s)}^{SI} = T_{C,i(s)}^{SI} / T_{C,i(s)}$$

La différence d'intensité des emplois en sciences et en génie entre le secteur  $s$  au Canada et le secteur  $s$  aux États-Unis,  $P_{C,s}^{SI} - P_{EU,s}^{SI}$ , est dénotée par  $D$  dans l'équation qui suit et est égale à la somme de trois termes (A, B et C) :

$$D = A + B + C.$$

Le terme A évalue l'effet de la structure industrielle, lorsqu'on maintient constant celui des compétences technologiques, ce que l'on accomplit en rendant les parts de scientifiques et d'ingénieurs au Canada égales aux parts (observées) de scientifiques et d'ingénieurs aux États-Unis :

$$\left[ \sum_{i(s)} P_{C,i(s)} * P_{EU,i(s)}^{SI} \right] - P_{EU,s}^{SI}$$

Le terme B évalue l'effet de la technologie, lorsqu'on maintient constant celui de la structure industrielle, ce que l'on accomplit en imposant que les parts de l'emploi des industries au Canada soient égales aux parts de l'emploi des industries aux États-Unis :

$$\left[ \sum_{i(s)} P_{EU,i(s)} * P_{C,i(s)}^{SI} \right] - P_{EU,s}^{SI}$$

Le terme C représente le terme de covariance, qui reflète l'interaction entre le terme A (l'effet de la structure industrielle) et le terme B (l'effet technologique). Il prend la forme suivante :

$$\sum_{i(s)} (P_{C,i(s)}^{SI} - P_{EU,i(s)}^{SI})(P_{C,i(s)} - P_{EU,i(s)})$$

Les résultats de cette décomposition sont présentés ci-après pour deux secteurs, à savoir la fabrication et les services professionnels, scientifiques et techniques.

**Tableau C1 Résultats de l'analyse par décomposition**

Secteur	Différence en point de pourcentage entre les parts des S-G <sup>1</sup> (Canada – États-Unis) (terme D)	Différence due à la structure industrielle sous-jacente, en neutralisant l'effet de la technologie (terme A)	Différence due à l'intensité en S-G <sup>1</sup> sous-jacente en neutralisant l'effet de la structure industrielle (terme B)	Terme de covariance (terme C)
Fabrication	-3,30	-1,81	-1,89	0,40
Services professionnels, scientifiques et techniques	5,59	3,30	2,02	0,26

1. Sciences et génie

Source : Totalisations fondées sur les données du Recensement de la population des États-Unis de 2000 et du Recensement de la population du Canada de 2001.



## ***Bibliographie***

ab Iorwerth, A. 2005. « Canada's Low Business R&D Intensity: The Role of Industry Composition ». Ministère des Finances Canada. Document de travail 2005-03. Ottawa : Ministère des Finances Canada.

Atkinson, R.D. et R.H. Court. 1998. « The New Economy Index: Understanding America's Economic Transformation ». Washington, DC: Progressive Policy Institute. ([www.neweconomyindex.org/section3\\_page15.html](http://www.neweconomyindex.org/section3_page15.html))

Baldwin, J.R., D. Beckstead et G. Gellatly. 2005. *Investissements du Canada en science et innovation : Le concept actuel de la recherche et développement est-il suffisant?* Série de documents de recherche sur l'analyse économique. N° 11F0027MIF2005032 au catalogue. Ottawa : Statistique Canada.

Baldwin, J.R. et G. Gellatly. 2003. « Innovation Strategies and Performance in Small Firms ». Cheltenham, Royaume-Uni : Edward Elgar.

Baldwin, J.R. et P. Hanel. 2003. « Innovation and Knowledge Creation in an Open Economy ». Cambridge : Cambridge University Press.

Dosi, G., P. Llerena et M.S. Labini. 2005. « Evaluating and Comparing the innovation performance of the United States and the European Union ». Rapport préparé pour le *TrendChart* Policy Workshop, 2005.

Godin, B. 1996. *L'état des indicateurs scientifiques et technologiques dans les pays de l'OCDE*. Division des sciences, de l'innovation et de l'information électronique. Documents de recherche. N° 88F0017MIF1996001 au catalogue. Ottawa : Statistique Canada.

Hansen, W. 1999. *Analyse du déploiement des travailleurs du domaine de la science et de la technologie dans l'économie canadienne*. Division des sciences, de l'innovation et de l'information électronique. Document de travail. N° 88F0006XIB199003 au catalogue. Ottawa : Statistique Canada.

Harris, R. 2005. « Canada's R&D Deficit—And How to Fix It ». C.D. Howe Institute, commentaire n° 211. Toronto : C.D. Howe Institute.

Holbrook, J.A.D. 1991. « The influence of scale effects on international comparisons of R&D expenditures ». *Science and Public Policy*, 18, 4 : 259–262.

Kannankutty, N. et R.K. Wilkinson. 1999. « SESTAT: A Tool for Studying Scientists and Engineers in the United States ». Arlington VA : National Science Foundation, Division of Science Resources Studies.

Katz, J.S. 2005. « Indicators for Complex Innovation Systems ». SPRU : University of Sussex. Polycopié.

Kleinknecht, A. 1996. « New Indicators and Determinants of Innovation: An Introduction ». Dans *Determinants of Innovation: The Message From New Indicators*. A. Kleinknecht (rév.). Londres : Macmillan Press.

Kleinknecht, A., T.P. Poot et J.O.N. Reijnen. 1991. « Formal and Informal R&D and Firm Size: Survey Results from the Netherlands ». Dans *Innovation and Technological Change, an International Comparison*. Zoltan J. Acs et David B. Audretsch (rév.). New York : Harvester/Wheatsheaf.

Lonmo, C. et F. Anderson. 2003. *Comparaison du rendement en matière de R-D sur le plan international : analyse des pays qui ont augmenté considérablement leur ratio DIRD/PIB durant la période de 1989 à 1999*. Division des sciences de l'innovation et de l'information électronique. Documents de travail. N° 88F0006XIF2003001 au catalogue. Ottawa : Statistique Canada.

Lundvall, B.-A. 2005. « National Innovation Systems – Analytical Concept and Development Tool ». Document préparé pour présentation au DRUID Tenth Anniversary Summer Conference on Dynamics of Industry and Innovation: Organizations, Networks and Systems. Copenhague, Danemark. Juin 2005.

Mowery, D.C. et N. Rosenberg. 1989. « Technology and the Pursuit of Economic Growth ». Cambridge : Cambridge University Press.

National Science Board. 2004. « Science and Engineering Indicators 2004, Volume 1 (NSB 04-1) ». Arlington, Virginie : National Science Foundation.

OCDE. 2002. *Main Science and Technology Indicators*. Vol. 2000/2. Paris : Organisation de coopération et de développement économiques.

Pollak, M. 1999. « Counting the S&E Workforce – It's Not that Easy ». National Science Foundation. Directorate for Social, Behavioral and Economic Sciences. Division of Science Resources Studies Issue Brief. NSF 99-344, Mai 1999.

Roper, S. et N. Hewitt-Dundas. 2005. « International Innovation Comparisons: Insight or Illusion? » Aston Business School Research Paper no. RP0503. Birmingham : Ashton Business School, Aston University.

Rosenberg, N. 1976. « Perspectives on Technology ». Cambridge : Cambridge University Press.

Statistique Canada. 1999. *Dictionnaire du recensement de 1996 – Édition définitive*. N° 92-351-UIF au catalogue. Ottawa : Statistique Canada.

The Conference Board of Canada. 2004. « Exploring Canada's Innovation Character: Benchmarking Against Global Best ». Ottawa : The Conference Board of Canada.

The Conference Board of Canada. 2002. « The Road to Global Best. Leading Innovation Through R&D ». Innovation Challenge Paper No. 2. Ottawa : The Conference Board of Canada.

Voyer, R. 1999. « Thirty years of Canadian science policy: from 1.5 to 1.5 ». *Science and Public Policy*, 26, 4 : 277–282.

Wilkinson, R.K. 2002. « How Large is the U.S. S&E Workforce? » Info Brief: Science Resources Statistics. National Science Foundation. Directorate for Social, Behavioural and Economic Sciences. NSF 02-325.