

# L'État de la science et de la technologie au Canada



Le Comité pour le rapport sur  
L'État de la science et de la technologie au Canada



Council of Canadian Academies  
Conseil des académies canadiennes

*Le savoir au service du public*



## LE CONSEIL DES ACADÉMIES CANADIENNES

180, rue Elgin, Ottawa (Ontario) Canada K2P 2K3

AVIS : Le projet qui fait l'objet de ce rapport a été réalisé avec l'approbation du conseil des gouverneurs du Conseil des académies canadiennes. Le conseil est composé de membres nommés par la SRC : Les académies des arts, des lettres et des sciences du Canada, l'Académie canadienne du génie (ACG) et l'Académie canadienne des sciences de la santé (ACSS), ainsi que de représentants de la population en général. Les membres du comité responsable du rapport ont été choisis par le Conseil en raison de leurs compétences particulières et par souci d'équilibre.

Ce rapport a été préparé à l'intention du gouvernement du Canada en réponse à une demande du ministre de l'Industrie. Les opinions, constatations, conclusions ou recommandations exprimées dans cette publication sont celles des auteurs – le comité sur l'état de la science et de la technologie au Canada – et ne rendent pas nécessairement compte des opinions des organisations ou des organismes qui ont fourni un soutien au projet.

### *Catalogage avant publication de Bibliothèque et Archives Canada*

L'état de la science et de la technologie au Canada / le Comité pour le rapport L'état de la science et de la technologie au Canada.

Publ. aussi en anglais sous le titre: The state of science & technology in Canada.

Publ. aussi en version électronique. Comprend des références bibliographiques.

ISBN 0-9781778-3-5

1. Sciences--Canada. 2. Technologie--Canada. I. Conseil des académies canadiennes. Comité pour le rapport L'état de la science et de la technologie au Canada

Q127.C2S6314 2006a

509'.7109051

C2006-905793-1

### *Avis de dégage ment de responsabilité :*

Les données et l'information Internet mentionnées dans ce rapport sont exactes, au mieux de nos connaissances, au moment de la publication. En raison de la nature dynamique d'Internet, les ressources qui sont gratuites et publiques pour le moment pourraient par la suite faire l'objet de frais ou d'une limite d'accès. De plus, l'emplacement des articles peut changer lorsque les menus et les pages d'accueil sont réorganisés.



Council of Canadian Academies  
Conseil des académies canadiennes

© 2006 Conseil des académies canadiennes.

Imprimé à Ottawa, Canada  
Septembre 2006



## *Comité sur l'état de la science et de la technologie au Canada*

**Elizabeth Dowdeswell**, (*présidente*), conseillère spéciale, Société de gestion des déchets nucléaires

**Tom Brzustowski**, MSRC, MACG, récipiendaire de la bourse professorale axée sur la commercialisation de l'innovation du Groupe financier de la Banque royale du Canada (RBC), Université d'Ottawa

**David Dolphin**, MSRC, PDG, BC Innovation Council

**Don Drummond**, premier vice-président et économiste en chef, TD Bank Financial Group

**Jean Gray**, MACSS, professeure de médecine (émérite), Université Dalhousie

**Peter Grütter**, MSRC, professeur de physique, Université McGill

**Richard Hawkins**, professeur et titulaire d'une chaire de recherche au Canada (niveau 1) en politique sur la science, la technologie et l'innovation, Université de Calgary

**Susan A. McDaniel**, MSRC, professeure de sociologie, Université de Windsor

**Charles Wessner**, Directeur de programme, The National Academies, Washington DC

**Joseph D. Wright**, MACG, Ancien président et DG de l'Institut canadien de recherches sur les pâtes et papiers (PAPRICAN)

### *Personnel*

**Peter J. Nicholson**, président du Conseil des académies canadiennes

**Marc Saner**, vice-président exécutif et directeur des évaluations

**Nancy Neil**, Adjointe exécutive du président

**Samantha Rae**, Adjointe du vice-président exécutif

**Jennifer Chandler**, Associée principale

**Marie-Noëlle Ip**, Associée principale

**Katherine Levitt**, Associée principale

**Christina Stachulak**, Associée principale

## **Le Conseil des académies canadiennes**

*Le savoir au service du public*

Le mandat du **Conseil des académies canadiennes** consiste à offrir une source d'évaluations, indépendantes et spécialisées de la science sous-tendant des questions d'intérêt public importantes. Le terme « science » est ici interprété dans un sens large et englobe toutes les disciplines, notamment les sciences naturelles, les sciences sociales, les sciences de la santé, l'ingénierie, et les lettres. Les évaluations du Conseil sont réalisées par des groupes d'experts qualifiés indépendants du Canada et de l'étranger.

Indépendant du gouvernement et disposant d'un financement de 30 millions de dollars sur 10 ans fourni en 2005 par le gouvernement du Canada, le Conseil effectuera des études sur des sujets proposés par le gouvernement et, éventuellement, par des organisations non gouvernementales et privées. Le Conseil est géré par un conseil des gouverneurs comprenant 12 membres dont la majorité est nommée directement ou indirectement par les trois académies membres – l'Académie canadienne des sciences de la santé (ACSS), l'Académie canadienne du génie (ACG) et la SRC : Les académies des arts, des lettres et des sciences du Canada. Un Comité consultatif scientifique composé de 18 membres, éminents représentants de la communauté scientifique, conseille le conseil des gouverneurs en ce qui concerne la sélection des sujets d'évaluation, les mandats, la sélection des groupes d'experts et l'examen par les pairs.

Les membres fondateurs du Conseil des académies canadiennes sont les suivants :

**SRC : L'Académie des arts, des sciences et des lettres du Canada**, est le principal organisme national de scientifiques, d'universitaires et d'artistes canadiens émérites. La SRC comprend environ 1 700 membres : des hommes et des femmes de tout le pays qui sont choisis par leurs pairs pour leurs contributions exceptionnelles aux sciences naturelles et sociales et aux arts et lettres. La SRC est un organisme à but non lucratif constitué en société par une loi du parlement en 1883.

**L'Académie canadienne du génie** est un organisme indépendant, autogéré et à but non lucratif créé en 1987. Les quelque 275 membres de l'Académie sont des ingénieurs professionnels de toutes les disciplines et sont choisis en fonction de leurs services distingués et de la contribution à la société, au pays et à la profession.

**L'Académie canadienne des sciences de la santé** a été créée en 2004 pour succéder à l'Institut canadien de médecine académique. L'ACSS englobe tout l'éventail des sciences de la santé académiques, notamment les sciences médicales et de la santé connexes qui vont de la science fondamentale aux sciences sociales en passant par la santé de la population. Les quelque 135 membres actuellement élus de l'ACSS sont reconnus pour leur leadership, leur créativité, leurs compétences particulières et leur engagement envers l'avancement des sciences de la santé académiques.

[www.sciencepourlepublic.ca](http://www.sciencepourlepublic.ca)

## REMERCIEMENTS

---

Ce projet a été entrepris à la suite d'une demande du gouvernement du Canada, par l'entremise d'Industrie Canada, en vue d'étudier des questions liées à l'état de la science et de la technologie (S et T) au Canada. Cette mission a conduit à la nomination du Comité sur l'état de la science et de la technologie au Canada. Au cours de ses délibérations, le comité a demandé l'aide d'un grand nombre de personnes et d'organismes, qui ont donné des conseils et des informations très utiles. Nous remercions tout spécialement Derek Jansen, vice-président de EKOS Research Associates Inc., et ses collègues qui ont administré avec brio l'enquête en ligne, dont les résultats constituent une base fondamentale de renseignements pour ce rapport. Nous remercions également tout spécialement Éric Archambault et Grégoire Côté, respectivement président et directeur de projet de Science-Metrix, qui ont fourni l'analyse des données bibliométriques et technométriques utilisées dans cette étude ; Javier Gracia-Garza du bureau du Conseiller national des sciences pour avoir consolidé des informations au niveau du gouvernement fédéral ; et finalement Craig Wilson du Ministère des Affaires étrangères et Commerce international qui a coordonné la collecte des informations provenant du réseau extérieur canadien de S et T.

Le rapport a été examiné sous sa forme d'ébauche par les personnes dont la liste est donnée ci-dessous et qui ont été choisies par le conseil des gouverneurs du Conseil des académies canadiennes pour leurs diverses perspectives, leur domaine d'expertise et leur représentativité générale des communautés scientifiques et technologiques. Les examinateurs ont évalué l'objectivité et la qualité du rapport. Le comité a pleinement pris en compte leurs observations – qui resteront confidentielles – et bon nombre de leurs suggestions ont été incorporées dans le rapport. Il n'a pas été demandé aux examinateurs d'approuver le rapport final car cette responsabilité incombe exclusivement au comité. Nous remercions les personnes suivantes pour leur examen :

**Mel Cappe**, président, Institut de recherche en politiques publiques

**Adam Chowaniec**, président du conseil d'administration, Tundra Semiconductor Corporation

**Michael Clegg**, récipiendaire de la bourse professorale Donald Bren axée sur l'écologie et la biologie évolutionniste, Université de Californie Irvine, et secrétaire, affaires étrangères, National Academies of Sciences des États-Unis

**Charles Davis**, Titulaire de la chaire de recherche Edward S. Rogers Sr en gestion des médias et entrepreneuriat et professeur à la faculté de communication et design de l'Université Ryerson

**Henry Friesen**, MSRC, MACSS, ancien président du Conseil, Génome Canada et ancien président, Conseil de recherches médicales du Canada.

**Fred Gault**, directeur de la Division de la science, de l'innovation et de l'information électronique, Statistique Canada

**Louis Maheu**, MSRC, professeur titulaire, département de sociologie, Université de Montréal

**Martin Moskovits**, MSRC, doyen des sciences et professeur de chimie physique, Université de Californie, Santa Barbara

**Luc Soete**, directeur de l'UNU-MERIT et professeur d'économie internationale, Université de Maastricht

**Mary Anne White**, professeure et directrice de l'Institut de recherche sur les matériaux, département de chimie, Université Dalhousie

Nous aimerions finalement remercier particulièrement toutes les personnes qui ont donné des conseils informels sur de nombreux aspects de l'étude et notamment sur la conception et la distribution de l'enquête en ligne. Nous remercions en particulier les 1 529 répondants à l'enquête. Le temps qu'ils nous ont consacré ainsi que leur savoir ont énormément contribué au rapport final.

Elizabeth Dowdeswell, présidente  
Comité sur l'état de la science et de la technologie au Canada

# TABLE DES MATIÈRES

---

<b>Sommaire et conclusions principales .....</b>	<b>1</b>
<b>1. Le Mandat .....</b>	<b>29</b>
<b>2. Définir la question .....</b>	<b>31</b>
Pourquoi les atouts en S et T sont importants pour le Canada ? .....	31
Qu'est-ce que la science et la technologie ? .....	31
Qu'est-ce que 'Les atouts en S et T'? .....	33
La perspective globale.....	33
À quoi le rapport cherche-t-il à répondre et à quoi ne répond t-il pas ?.....	34
<b>3. Approches et méthodes .....</b>	<b>37</b>
Les atouts en science et technologie sous quatre optiques .....	37
Enquête - Les foules détiennent-elles la sagesse?.....	38
Données métriques - Évaluation des résultats.....	38
International - Un regard depuis l'extérieur .....	39
Documentation.....	39
<b>4. Mise en place du contexte.....</b>	<b>41</b>
Les indicateurs d'intrants .....	42
Les indicateurs d'extrants.....	49
<b>5. Les atouts du Canada en matière de recherche et d'application technologique .....</b>	<b>53</b>
Les perspectives issues de l'enquête sur les atouts du Canada en matière de S et T .....	58
Composition des quatre grappes de force.....	67
Ressources naturelles.....	67

Technologies de l'information et des communications .....	69
Santé et sciences de la vie connexes.....	71
Sciences et technologies environnementales.....	74
La grappe environnementale.....	75
Autres secteurs.....	76
Résultats de l'enquête en bref .....	77
« Données métriques » – La mesure des extraits de la S et T .....	85
Perspective bibliométrique des atouts de la recherche au Canada.....	87
Technométrie – Évaluation des atouts grâce aux données sur les brevets .....	94
Comparaison des données métriques et de l'enquête .....	96
Enquête et données métriques – Conclusion .....	101
Un regard depuis l'extérieur .....	101
<b>6. Infrastructure de S et T du Canada .....</b>	<b>107</b>
Résultats de l'enquête d'opinion auprès des experts .....	107
Production du savoir et soutien .....	108
Soutien à la commercialisation et à l'application de S et T .....	112
Installations gouvernementales et régime réglementaire des S et T .....	116
D'autres optiques – Les études publiées et le regard depuis l'extérieur .....	121
<b>7. Secteurs d'atouts potentiels en S et T pour le Canada .....</b>	<b>123</b>
Identification de domaines émergents - Revue de la documentation.....	123
Résultats de l'enquête .....	128
Autres domaines émergents cités par les répondants .....	131
<b>8. Observations finales.....</b>	<b>135</b>
Les atouts en S et T du Canada.....	135

Un survol de quelques thèmes.....	135
Pour le futur .....	137
<b>Bibliographie .....</b>	<b>141</b>
<b>Annexes.....</b>	<b>147</b>
Annexe 1 : Lettre et mandat d'Industrie Canada .....	148
Annexe 2 : Facteurs contribuant à la force des S et T.....	153
Annexe 3 : Enquête sur les atouts et les capacités du Canada en science et technologie .....	157
Annexe 4 : Résultats de l'enquête sur les 197 sous-secteurs .....	177
Annexe 5 : Bibliométrie et technométrie.....	185
Annexe 6 : Comparaison des résultats de l'enquête et des résultats bibliométriques .....	205



## ACRONYMES

---

Voici une liste des acronymes qui apparaissent dans le rapport.

ACDI	Agence canadienne de développement international
ACTI	Association canadienne de la technologie de l'information
FIRM	Facteur d'impact relatif moyen
CANARIE	Réseau canadien pour l'avancement de la recherche, de l'industrie et de l'enseignement
CCRS	Centre canadien de rayonnement synchrotron
CIUS	Conseil international pour les sciences
CNRC	Conseil national de recherches du Canada
CRDI	Centre de recherches pour le développement international
CRSH	Conseil de recherches en sciences humaines
CRSNG	Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie
DIRD	Dépenses intérieures brutes en R-D
DIRDE	Dépenses intérieures en R-D des entreprises
DIRDES	Dépenses intérieures en R-D dans l'enseignement supérieur
FCI	Fondation canadienne pour l'innovation
ICRA	Institut canadien de recherches avancées
ISRS	Instituts canadiens de recherche en santé
IS	Indice de spécialisation
MCR	Moyenne des citations relatives
NEPTUNE	North-east Pacific Time-series Undersea Network Experiments
NIH	US National Institutes of Health
NSF	US National Science Foundation
OCDE	Organisation de coopération et de développement économiques
ONS	Observatoire de neutrinos de Sudbury
OST	Observatoire des sciences et des technologies
PARI	Programme d'aide à la recherche industrielle, CNRC
PIB	Produit intérieur brut
PISA	Programme international sur le suivi des acquis des élèves
PTC	Partenariats technologiques Canada
RCE	Réseaux des centres d'excellence
R et D	Recherche et développement
RS et DE	Activités de recherche scientifique et de développement expérimental (Crédit d'impôt)
S et T	Science et technologie
SNG	Sciences naturelles et génie
TIC	Technologies de l'information et des communications
TRIUMF	Tri-University Meson Facility
USPTO	US Patent and Trademark Office



# SOMMAIRE ET CONCLUSIONS PRINCIPALES

---

**1. Le mandat** – Le présent rapport répond à une demande de juin 2006 du gouvernement du Canada, par l’entremise du ministre de l’Industrie, d’un avis sur les atouts et la capacité du Canada dans les sciences et la technologie (S et T), spécifiquement pour aider à mieux comprendre :

- Les disciplines scientifiques dans lesquelles le Canada excelle dans un contexte international.
- Les applications technologiques dans lesquelles le Canada excelle dans un contexte international.
- Les infrastructures en S et T qui procurent actuellement des avantages uniques au Canada.
- Les disciplines scientifiques et les applications technologiques qui ont le potentiel d’émerger en tant que domaines dans lesquels le Canada se démarque de façon significative et qui génèrent des avantages économiques et sociaux importants.

**2. Qu’est-ce que la « science et la technologie »?** – Dans le présent rapport, la science et la technologie sont considérées comme une entité *unifiée* et non pas deux entreprises distinctes, d’où la contraction « S et T ». La portée des S et T couvre les disciplines des sciences naturelles (l’étude de la nature), des sciences sociales, des lettres et sciences humaines et des sciences de la santé (l’étude des êtres humains) ainsi que du génie (la création et l’étude d’objets et de systèmes). Notre conception de la S et T englobe la nuée de liens bidirectionnels entre les sciences et la technologie.

**3. La S et T et l’innovation** – On considère que les atouts en science et technologie sont essentiels pour la capacité *permanente* d’une nation moderne d’innover et d’être compétitive au sein d’une économie mondiale axée sur le savoir. La relation entre la S et T et l’innovation passe par l’invention – une invention étant la démonstration pratique d’une nouvelle idée pouvant avoir été inspirée par des résultats de recherche, des besoins exprimés par le marché ou l’expérience et l’imagination d’inventeurs particuliers. La commercialisation réussie des inventions, ou leur application répandue dans la société, produit des *innovations*. Il n’existe pas de progression linéaire de la recherche à l’invention à l’innovation. Le processus comprend plutôt des faux départs, des impasses, des rétroactions en boucle et recèle des obstacles n’ayant rien à voir avec la qualité de la S et T concernée. Par-dessus tout, il exige des personnes talentueuses de grande compétence possédant une vision et aussi des qualités d’entrepreneur, de dynamisme et de persistance.

**4. Qu’est-ce que les « atouts en S et T »?** – Il n’existe pas de mesure simple, unidimensionnelle, de la force du Canada en S et T. La notion est multidimensionnelle en soi et couvre : (a) la qualité de la science et de la technologie au Canada; (b) l’ordre de grandeur ou l’intensité de l’effort canadien dans divers domaines de S et T; (c) la tendance des facteurs susmentionnés (gagnons-nous ou

perdons-nous du terrain?); (d) la mesure dans laquelle nos capacités en S et T peuvent être appliquées efficacement pour atteindre des objectifs sociaux et économiques. Il est impossible d'éviter des jugements qualitatifs qui intègrent de multiples dimensions et facteurs.

**5. La perspective mondiale** – La force à l'échelle mondiale importe pour le Canada parce qu'elle détermine notre compétitivité pour s'assurer les ressources de plus en plus mobiles du capital humain et des capitaux de placement et notre aptitude à participer aux réseaux mondiaux de mise en commun du savoir spécialisés dans la fine pointe du développement des sciences et de la technologie. Nous avons par conséquent analysé les atouts en S et T du Canada, relativement à notre taille, par rapport aux normes typiques d'autres pays à économie dominante des pays de l'OCDE, y compris les États-Unis. Nous prenons aussi note de l'importance croissante de géants économiques naissants, tel que la Chine et l'Inde, qui deviennent des forces dont il faut tenir compte dans des domaines de plus en plus sophistiqués de S et T.

**6. Les réponses que le rapport cherche à donner et celles qu'il ne cherche pas à donner** – Notre étude porte sur la description de la force des principaux éléments constitutifs du système de S et T du Canada. Nous recensons aussi certains domaines où notre capacité en S et T semble comparativement faible ou en déclin. Nous n'essayons pas d'analyser la question ardue, mais cruciale, de la façon dont les atouts en S et T se traduisent en *résultats* qui contribuent en fin de compte au rendement économique et à la qualité de vie du Canada. Nous ne recommandons pas non plus de politique en S et T ou de priorités dans la répartition du soutien.

**7. Quatre points de vue sur la force de science et de la technologie** – Il n'existe aucune « pratique exemplaire » pour mesurer la force en S et T d'une nation. Nous avons par conséquent choisi quatre approches différentes, ou points de vue, pour répondre aux questions posées :

- **Enquête d'opinion** : Une enquête en ligne à grande échelle sur les opinions des experts canadiens en S et T. Ces opinions éclairées constituent, collectivement, un vaste tableau intégré.
- **Mesures** : Une analyse des données bibliométriques (la quantité et la qualité des recherches publiées dans les revues scientifiques) et des données technométriques (brevets accordés). Cela donne une perspective plus étroite, mais plus précise, comparable à l'échelle internationale.
- **Un regard depuis l'extérieur** : Un sommaire des rapports et commentaires obtenus de source étrangère et qui complètent l'auto-évaluation de l'enquête d'opinion.
- **Documentation** : Un examen des publications pertinentes, notamment des indicateurs comparables sur le plan international d'aspects importants de la force en S et T au niveau national.

Nos constatations se fondent principalement sur les deux premiers de ces points de vue et majoritairement sur l'enquête, la principale source de nouvelle information de cette étude.

**8. Enquête des opinions éclairées** – Les répondants ciblés pour l'enquête en ligne étaient des personnes chevronnées considérées bien informées sur la S et T au Canada, notamment des personnes aux antécédents à la fois larges et hautement spécialisés.

L'accès à l'enquête était organisé par le Conseil par l'entremise d'un réseau de contacts dans les universités, les gouvernements, le secteur privé et les académies membres du Conseil. Nous estimons que le lien au site Web de l'enquête a été communiqué à approximativement 5 000 personnes, dont 1 529 l'ont complété au cours d'une période de trois semaines allant du 17 juillet au 8 août 2006.

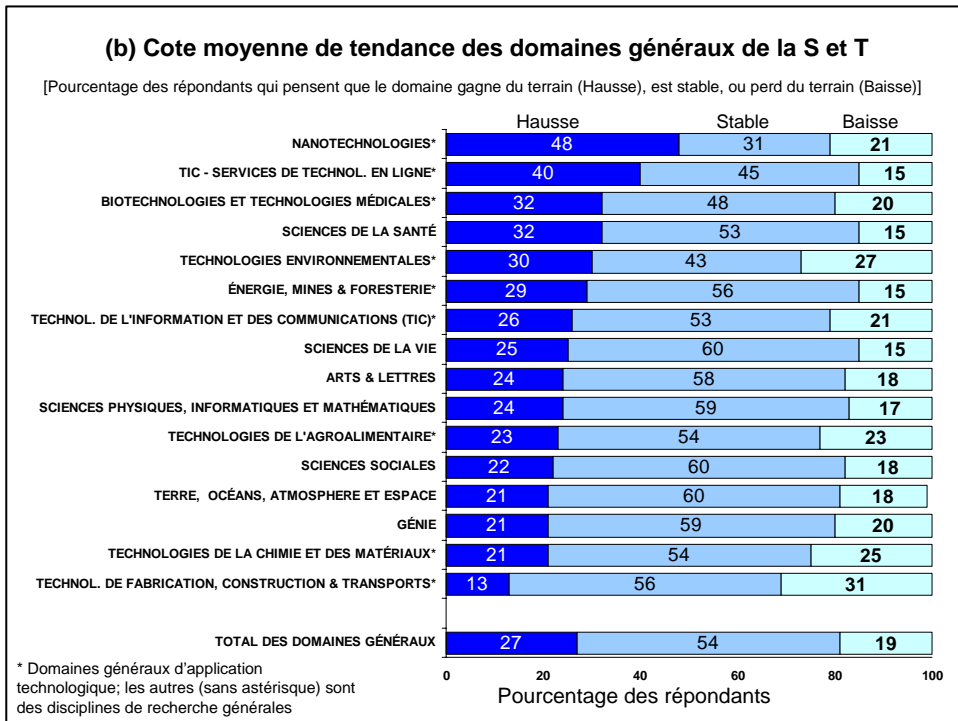
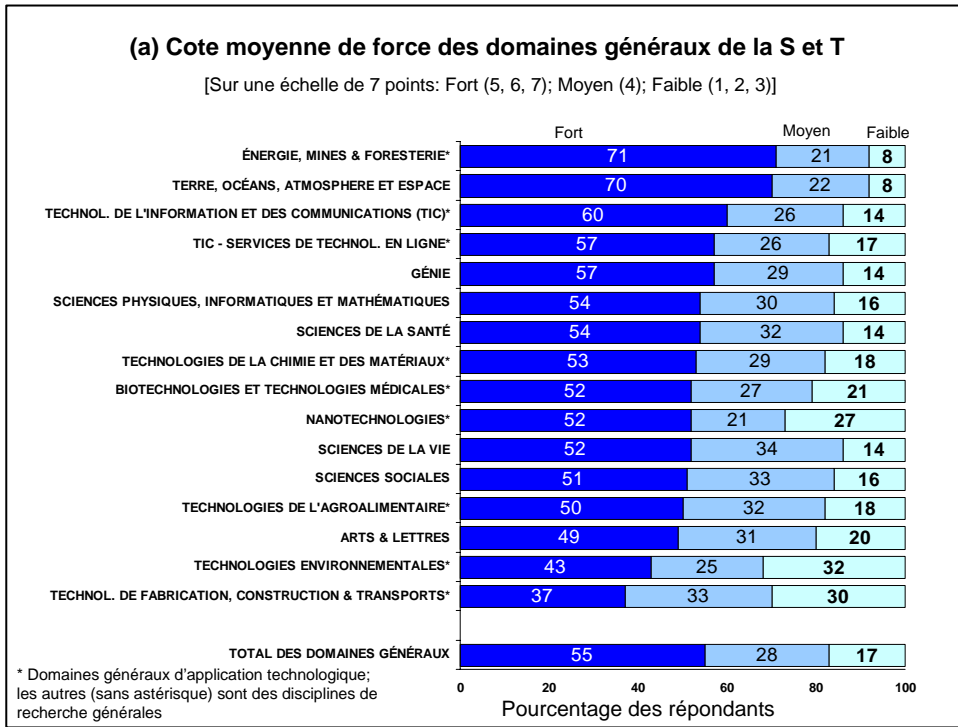
Les résultats présentés ne sont pas les opinions ou l'interprétation du Comité ou du Conseil des académies canadiennes. Ce sont les vues d'une frange importante du milieu supérieur des S et T du Canada. Le tableau d'ensemble des atouts en S et T dépeint par les résultats de l'enquête est remarquablement uniforme, qu'il soit fondé sur les réponses des milieux universitaires, des milieux des affaires ou des milieux gouvernementaux. Les chiffres de l'enquête parlent d'eux-mêmes et devraient être considérés comme un amalgame de faits, de jugements éclairés et d'aspirations.

**9. Force regroupée dans les grands domaines de S et T** - Nous récapitulons dans la **Figure 1** les points de vue des répondants à l'enquête en ce qui a trait à la force du Canada et à sa tendance dans seize (16) grands domaines des S et T. La force était cotée sur une échelle de 1 à 7 (7 étant le plus élevé) et la tendance traduisant l'opinion du répondant que le Canada avait gagné du terrain (par rapport aux autres pays développés), perdu du terrain ou était demeuré relativement stable. La perception de force est la plus prononcée pour les technologies et sciences liées aux ressources naturelles et ensuite pour les technologies de l'information et des communications (TIC). Une faiblesse relative est décelée dans les « technologies de la fabrication, de la construction et des transports » et dans les « technologies de l'environnement ». La perception d'une tendance à la hausse est la plus marquée dans les nanotechnologies (c.-à-d. les technologies liées aux phénomènes physiques, chimiques et biologiques à l'échelle nanométrique ( $10^{-9}$  m)), dans les nouveaux services permis par les TIC (commerce électronique, services de santé en ligne, etc.) ainsi que dans les sciences de la santé et les biotechnologies.

**10. Une évaluation granulaire des atouts de S et T** - Les 16 grands domaines de la **Figure 1** dissimulent un grand nombre d'écarts parmi les sous-secteurs de recherche et d'application des technologies les composant. Les répondants à l'enquête ont coté la force et la tendance du Canada relativement à 197 sous-secteurs répartis parmi ces grands domaines (et à partir desquels les moyennes de la **Figure 1** ont été calculées). On a demandé aux répondants de ne donner une cote qu'aux sous-secteurs pour lesquels ils pensaient pouvoir donner une opinion éclairée. Le nombre médian de réponses pour les 197 sous-secteurs a été de 220. Les tendances de cotation sont restées essentiellement les mêmes pendant que les réponses à l'enquête passaient de 1 000 à 1 500. Cela indique que les résultats n'auraient pas changé de façon importante même si l'enquête était resté accessible plus longtemps.

**Figure 1**

**Cotes moyennes de force et de tendance des domaines généraux de la S et T**



**11. Quatre grappes de force du Canada en S et T** – La **Figure 2** est un résultat central de l'enquête et met en tableau les résultats des 50 sous-secteurs de recherche et d'application des technologies ayant reçu les « cotes de force » les plus élevées – définie comme la moyenne pondérée, ou valeur moyenne, des cotes des répondants sur l'échelle de 7 points. (Les résultats pour l'ensemble des 197 sous-secteurs se trouvent dans l'**Annexe 4**) Les sous-secteurs du tableau sont énumérés par ordre décroissant de la force cotée, toutefois, on ne devrait pas tenir compte des différences minimales. Chaque ligne du tableau indique aussi le pourcentage de répondants qui croient que ce sous-secteur particulier est fort (cotes de 5, 6, 7) ou faible (cotes de 1, 2, 3) ainsi que le pourcentage de ceux qui croient qu'il gagne du terrain sur le plan mondial (« À la hausse ») ou qu'il en perd (« À la baisse »). La dernière colonne signale quatre « grappes » qui émergent du classement de l'enquête en tant que macro-domaines où le Canada est particulièrement fort. Ce sont les suivantes :

- *Ressources naturelles* – Le Canada a une force substantielle dans les sciences et applications de technologie liées aux ressources naturelles, en particulier l'exploitation minière et l'énergie;
- *TIC* – Le Canada possède de longue date une force dans les sciences et technologies liées aux télécommunications, aux ordinateurs et à la robotique, et plus récemment à l'application des technologies de l'information et des communications aux « nouveaux médias » et au contenu associé;
- *Santé et sciences de la vie connexes* – Le Canada fait preuve de force dans plusieurs composantes majeures des sciences de la santé – p. ex., la recherche sur le cancer et son contrôle; les neurosciences; la santé circulatoire et respiratoire; les maladies infectieuses et immunitaires – ainsi que dans des domaines multidisciplinaires naissants – p. ex., la santé des autochtones, le vieillissement et la santé des femmes et des hommes. Ces sciences de la santé sont appuyées par une force notable en génomique et protéomique, appliquées non seulement à la santé humaine mais aussi à la biotechnologie des plantes et des animaux;
- *S et T de l'environnement* – Le Canada est fort dans certaines sciences et technologies liées à l'environnement, notamment la climatologie, l'océanographie, l'hydrologie, le génie de l'environnement, les technologies des piles à combustible et de l'hydrogène et la géographie urbaine.

Les sous-secteurs ombrés de la **Figure 2** sont ceux dans lesquels on note un net élan ascendant – c.-à-d. que la différence entre les pourcentages de répondants croyant que le domaine gagne du terrain (« À la hausse ») et qu'il perd du terrain (« À la baisse ») est particulièrement grande. Ces 21 sous-secteurs sont les « doubles gagnants » se trouvant parmi les 50 premiers *à la fois* pour la cote de force et la tendance nette à la hausse.

**Figure 2**

**50 premiers sous-secteurs par ordre de force** (moyenne pondérée des cotes sur l'échelle de 7 points)

\* Les sous-secteurs indiqués par un astérisque sont des sous-secteurs d'application technologique. Les autres sont des sous-secteurs de recherche. Les champs grisés représentent ceux qui sont dans la première cinquantaine classés par la cote de tendance nette à la hausse c.-à-d., « hausse moins baisse ». La première colonne (nombre de répondants) indique le nombre de participants à l'enquête ayant coté chaque sous-secteur.

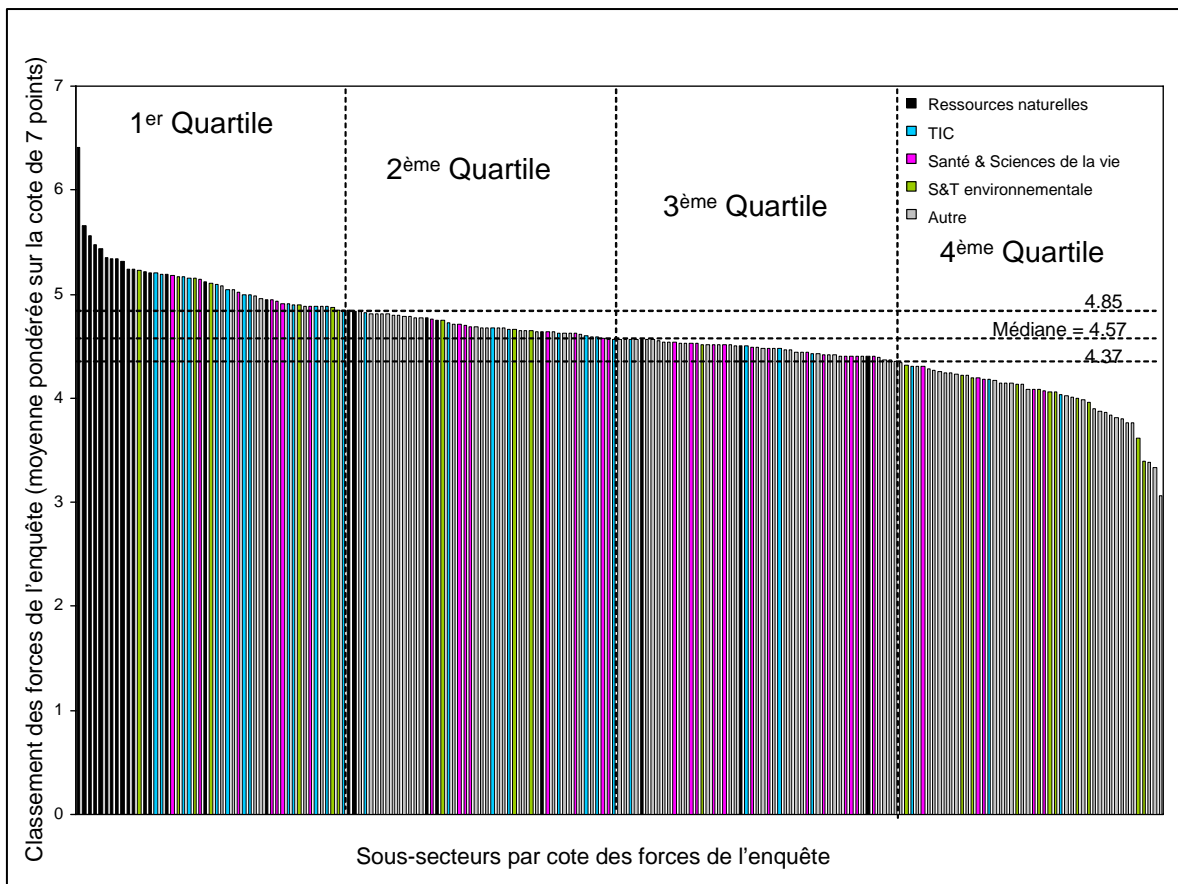
	Sous-secteurs	Nbr. de répond.	Moyenne	Pourcentage de répondants				Grappe
				Fort	Faible	Hausse	Baisse	
1	Sables bitumineux et production connexe*	316	6,41	97	1	77	2	Ressources naturelles
2	Exploration/extraction conventio. pétrole/gaz*	305	5,66	84	1	43	3	Ressources naturelles
3	Énergie hydroélectrique*	291	5,56	79	2	22	9	Ressources naturelles
4	Production de ressources climat froid*	254	5,48	86	5	36	9	Ressources naturelles
5	Géologie	234	5,44	81	4	21	18	Ressources naturelles
6	Exploration minière*	249	5,35	77	3	24	8	Ressources naturelles
7	Extraction minière et procédés primaires*	237	5,34	77	3	23	10	Ressources naturelles
8	Production d'aluminium*	120	5,34	76	3	34	12	Ressources naturelles
9	Géographie physique, télédétection	247	5,32	80	4	30	14	Ressources nat/Envir
10	Génie pétrole & science polymères	244	5,24	78	7	46	9	Ressources naturelles
11	Génétique (médicale)	381	5,24	75	6	42	10	Santé & connexe
12	Géochimie et géochronologie	170	5,23	74	5	21	16	Ressources nat/Envir
13	Génie minier & procédés des minéraux	218	5,22	78	4	30	12	Ressources naturelles
14	Pétrole et gaz offshore*	287	5,21	74	6	35	8	Ressources naturelles
15	Génie - réseaux et communications	233	5,20	76	7	27	19	TIC
16	Nouveau/multi-média; Animation et jeux*	169	5,19	77	10	59	8	TIC
17	Géophysique et sismologie	198	5,19	71	8	20	14	Ressources naturelles
18	Génétique, génomique et protéomique	474	5,18	74	9	51	12	
19	Hydrologie	208	5,17	75	4	25	14	Environnement

	Sous-secteurs	Nbr. de répond.	Moyenne	Pourcentage de répondants				Grappe
				Fort	Faible	Hausse	Baisse	
20	Équipement de télécommunications*	313	5,17	75	9	25	32	TIC
21	Réseaux à large bande*	302	5,16	71	8	31	16	TIC
22	Océanographie	241	5,15	73	7	25	27	Environnement
23	Recherche sur le cancer	441	5,14	73	6	44	9	Santé & connexe
24	Pipelines*	260	5,12	68	4	22	4	Ressources naturelles
25	Sciences du climat	265	5,11	72	7	26	19	Environnement
26	Réseaux sans fil*	330	5,09	72	11	38	16	TIC
27	Construc. climat froid*	217	5,08	75	11	28	11	
28	Phys. - optique; laser	188	5,05	68	11	38	13	TIC
29	Astron., astrophysique, cosmologie	207	5,05	67	12	25	13	
30	Neurobiologie / Neurosciences	331	5,02	67	11	39	14	Santé & connexe
31	Informatique – dév. de programmes et théorie	258	5,00	68	9	27	16	TIC
32	Services de télécomm. *	277	5,00	68	10	25	18	TIC
33	Aéro. produits/pièces*	184	4,98	66	11	22	20	
34	Distrib. de l'électricité *	246	4,96	64	11	19	18	
35	Génie forestier	208	4,95	67	11	23	18	Ressources naturelles
36	Technol. génomiques et protéomiques*	408	4,94	67	12	46	15	Santé & connexe
37	Santé circ./respiratoire	337	4,93	63	6	27	10	Santé & connexe
38	Maladies infectieuses et immunitaires	384	4,91	65	10	43	13	Santé & connexe
39	IA, robotique	262	4,91	64	15	31	18	TIC
40	Génie électron/photon	240	4,90	64	11	27	17	TIC
41	Météorologie	208	4,90	58	5	12	12	Environnement
42	Arts visuels et créatifs	126	4,89	67	16	49	12	
43	Neurosciences, santé mentale, toxicomanie	340	4,89	64	12	36	14	Santé & connexe
44	Informatique quantique	167	4,89	60	17	51	12	TIC
45	Génie électrique	231	4,89	58	9	17	20	
46	Systèmes satellites*	270	4,88	62	14	23	20	TIC
47	Pile à combustible & hydrogène*	241	4,87	65	18	32	24	Environnement
48	Géographie; urbanisme & planification envir.	165	4,85	67	13	31	21	Environnement
49	Bases de données, systèmes informatiques	234	4,85	63	12	27	13	TIC
50	Pâtes et papiers*	129	4,85	61	12	10	36	Ressources naturelles

**12. La répartition de la force** – La **Figure 3** énumère les 197 sous-secteurs par ordre décroissant de cote de force. Bien que l'enquête relève de façon évidente des domaines bien définis et importants de force ou de faiblesse relative du Canada, la majorité des sous-secteurs des S et T au Canada se trouvent dans une vaste plage médiane. (La moyenne pondérée sur l'échelle de 7 points ne baisse que de 0,5 point – de 4,85 à 4,35 – pour les cent sous-secteurs du 50<sup>e</sup> au 150<sup>e</sup> rang.) Il n'est pas utile de faire de distinction nette dans le classement des sous-secteurs de cette vaste plage médiane. Elle couvre beaucoup de domaines dans lesquels le Canada n'est pas un leader mondial, mais qui sont néanmoins nécessaires pour absorber et adapter aux besoins du Canada la science et la technologie qui sont développés ailleurs. Par définition, tout le monde ne peut pas être au sommet bien que tous puissent aspirer s'y trouver. Le résultat de cette aspiration est de maintenir une pression afin d'améliorer continuellement le rendement et d'assurer par là que les capacités du Canada en S et T sont, dans l'ensemble, concurrentielles sur le plan mondial.

**Figure 3**

Échantillon complet des sous-secteurs classés par cote de forces par les répondants de l'enquête



**13. Interprétation des résultats détaillés des sous-secteurs** - Nous nous sommes contentés de laisser les résultats de l'enquête parler par eux-mêmes. Ni le temps disponible, ni notre propre expertise ne permettaient l'interprétation approfondie que les résultats détaillés des sous-secteurs exigent. Pour la plus grande part, cette tâche doit être laissée aux divers milieux d'experts et aux autres utilisateurs du rapport. Nous attirons néanmoins l'attention sur certaines caractéristiques des résultats dignes de mention, simplement comme exemples de certains des problèmes et questions qu'elles soulèvent.

**14. Ressources naturelles** - « Sables bitumineux et production connexe » a reçu de loin la plus haute note (à la fois comme force et comme tendance) de tous les éléments de l'enquête. Le Canada est pratiquement dans une classe à part pour cette technologie. Il existe néanmoins encore des défis à relever pour développer des méthodes d'extraction et de recyclage plus rentables et plus respectueuses de l'environnement - en bref, il existe un besoin continu en S et T intensives.

Certains domaines faibles de la grappe des ressources naturelles ont été révélés par les réponses à l'enquête, particulièrement dans les technologies liées aux forêts - p. ex., les scieries, les méthodes de conservation, les pâtes et papiers et même les technologies de récolte du bois (dans lesquelles plus de répondants voient le Canada perdre du terrain qu'en gagner). Ces faiblesses sont dignes de mention étant donné la grande importance économique du domaine de la foresterie.

**15. Technologies de l'information et des communications** - L'enquête a confirmé le grand renom du Canada en ce qui concerne l'infrastructure des TIC (p. ex., les réseaux sans fil et à large bande). D'un autre côté, un tiers des répondants croient que le domaine de l'équipement de télécommunications au Canada perd du terrain alors que seul un quart des répondants le voient en gagner. Cela traduit peut-être le ressac suivant l'implosion des dotcom.

Le domaine des TIC qui montre le plus de promesses de l'avis des répondants - c.-à-d. celui possédant la cote nette à la hausse la plus élevée - est « nouveaux médias, multimédia, animation et jeux », où le Canada est internationalement reconnu en tant que leader avec plusieurs entreprises florissantes et la réputation d'une excellente formation professionnelle.

**16. Santé et sciences de la vie connexes** - Les participants à l'enquête ont jugé que beaucoup des disciplines de base traditionnelles - p. ex., microbiologie, physiologie - n'étaient pas particulièrement fortes au Canada. Le même phénomène est observé dans d'autres domaines de l'enquête et traduit une tendance claire des aspirations vers des travaux transdisciplinaires. Un changement de paradigme est en cours dans le monde quant à la façon dont la recherche scientifique se fait. La multidisciplinarité est en train de devenir la norme tel qu'illustré, p. ex., par les sujets autour desquels les Instituts de recherche en santé du Canada (IRSC) sont organisés. La collaboration en réseau, à la fois à travers le Canada et à l'échelle mondiale, devient courante dans la plupart des domaines de recherche. Tout cela signifie que les chercheurs d'aujourd'hui s'identifient de moins en moins avec les domaines traditionnels comme la physique, la chimie, la biologie, la sociologie, le génie civil. Les aspirations et l'activité se déplacent dans des domaines tel que la biotechnologie et les sciences à l'échelle du nanomètre dans lesquelles les disciplines traditionnelles de base sont submergées en tant qu'éléments de compétence

nécessaires pour aborder les nouveaux domaines. Par exemple, la discipline classique qu'est la physiologie refait son apparition dans le nouveau giron qu'est la « biologie des systèmes » et les forces traditionnelles du Canada en chimie et en physique sont embrigadées par les nanosciences et biosciences.

Le contraste est plutôt frappant entre la force considérable de recherche du Canada dans les sciences de la santé et les sciences associées et notre force beaucoup plus modeste dans les domaines de la technologie médicale. (La génomique et la protéomique et, dans une moindre mesure, l'imagerie médicale, sont des exceptions.) Nous remarquons en particulier la faiblesse perçue du développement pharmaceutique – une force médiane de 4,18 seulement, au 165<sup>e</sup> rang des 197 sous-secteurs. La conclusion de l'enquête traduit dans ce cas le point de vue de 433 répondants et semble donc assez solide.

**17. S et T de l'environnement** – La grappe de l'environnement présente un défi du fait qu'elle ne possède pas de force en profondeur en ce qui a trait aux applications technologiques – p. ex., les cotes des hydrocarbures « propres », des biocarburants, de la cogénération d'énergie et de l'énergie éolienne se trouvaient toutes en bas de liste. De plus, les répondants sont en forte divergence quant à savoir si le Canada gagne ou perd du terrain dans beaucoup de ces domaines. D'un autre côté, on perçoit comme très forts plusieurs domaines des sciences de l'environnement, une conclusion qui est aussi celle de notre analyse bibliométrique. Il existe au Canada une corrélation très forte entre les capacités en S et T de l'environnement et le secteur des ressources naturelles. Au vu de l'importance croissante de l'utilisation durable des ressources et de l'énergie propre en particulier, le rôle mondial du Canada dans les S et T de l'environnement est principalement associé au lien environnement-ressources.

**18. Autres domaines de force. . . et certaines faiblesses** – Les répondants ont signalé plusieurs domaines de force importants qui ne sont pas regroupés dans les quatre principales grappes. (Les grappes, collectivement, comprennent 55 % des 197 sous-secteurs.) Par exemple, le Canada possède une force exceptionnelle en astronomie, astrophysique et cosmologie (cote de force de 5,05) qui se renforce dorénavant d'elle-même – la force attirant la force. Les répondants à l'enquête ont perçu une force importante dans certains domaines naissants tel que les matériaux à échelle nanométrique et les biotechnologies, l'informatique quantique et les lettres - informatique. Ces derniers domaines transdisciplinaires sont des spécialités pour lesquelles les possibilités futures sont plus importantes que la force présentement établie.

L'enquête a aussi donné d'assez fortes cotes aux domaines de l'aérospatiale et de l'automobile (**Figure 4**). L'industrie aérospatiale possède d'importantes concentrations d'excellence à travers le pays, mais les forces perçues en S et T, et particulièrement la tendance, ne semblent pas à la hauteur de l'importance économique de l'industrie. On n'a jugé l'industrie automobile canadienne raisonnablement forte qu'en ce qui concerne les véhicules motorisés et pièces. Ce secteur ne connaît pas une R et D intensive au Canada. De ce fait, il n'existe pas – relativement à l'échelle de l'industrie ici – de solide base locale de compétences pour l'innovation automobile.

## Figure 4

### Aérospatial, véhicules motorisés et les technologies liées

Sous-secteurs	Moyenne	Pourcentage des Répondants			
		Fort	Faible	Hausse	Baisse
Aérospatial – produits et pièces*	4,98	66	11	22	20
Génie aérospatial	4,77	61	23	19	32
Génie des matériaux	4,67	54	10	27	13
Véhicules motorisés et pièces*	4,65	59	16	23	24
Matériaux industriels avancés*	4,64	59	16	41	18
Génie automobile	4,15	41	32	12	30

\* Sous-secteurs d'application technologique; les autres (sans astérisque) sont des sous-secteurs de recherche scientifique.

Les répondants à l'enquête ont signalé qu'une importante grappe de technologies – celles associées aux transports – était exceptionnellement faible et s'affaiblissait peut-être encore (Figure 5). Étant donné l'importance de transports efficaces, particulièrement dans un pays aussi vaste que le Canada, le comité remarque que la faiblesse technologique apparente de cette infrastructure pourrait avoir des conséquences importantes.

## Figure 5

### Technologies des transports

	Moyenne	Pourcentage des Répondants			
		Fort	Faible	Hausse	Baisse
Technologies liées au transport aérien	4,41	50	22	15	27
Technologies liées au transport sur rails	3,99	41	40	17	33
Technologies liées au transport routier	3,90	30	36	10	23
Technologies liées au transport multimodal	3,76	25	35	9	26
Technologies liées au transport marin	3,38	18	57	4	46

### 19. Une seconde perspective – Un point de vue bibliométrique sur les forces du Canada en recherche

Le Canada se classe présentement au huitième rang dans le monde pour le volume total de publications. Nous avons analysé 125 domaines de recherche (parmi lesquels 78 correspondent grosso modo aux sous-secteurs de l'enquête d'opinion) afin de cerner les domaines particuliers de spécialisation et de qualité de publication de la recherche canadienne par rapport à la moyenne mondiale. L'indicateur « qualité », appelé le « facteur d'impact relatif moyen », ou FIRM, se calcule d'après les cotes internationales (en fonction du nombre de citations) des revues dans lesquelles les chercheurs canadiens publient. L'« intensité » des publications canadiennes dans divers domaines, par rapport à la moyenne mondiale, se mesure par l'« indice de spécialisation » ou IS. Si le FIRM ou l'IS est supérieur à 1,0 dans un domaine donné au Canada, cela indique que la recherche canadienne dans ce domaine est de qualité plus élevée, ou est menée de façon plus intensive, que la moyenne mondiale. (Les cotes de moins de 1,0 se trouvent sous la moyenne mondiale.)

**20. Analyse bibliométrique – Le tableau d’ensemble** – La **Figure 6** illustre la position du Canada par rapport à la recherche scientifique mondiale en ce qui a trait à l’intensité de la recherche (IS sur l’axe des X) et la qualité des résultats de recherche (FIRM sur l’axe des Y). La taille des cercles du tableau est proportionnelle au nombre d’articles canadiens publiés dans les divers domaines au cours de la période de huit ans allant de 1997 à 2004. Le quadrant supérieur droit montre les domaines dans lesquels le Canada est relativement spécialisé et dans lesquels les publications ont eu lieu dans des revues qui sont plus souvent citées que la moyenne mondiale. Il s’agit d’un quadrant de force relative sans équivoque pour les recherches canadiennes publiées. Les grands domaines dans lesquels le Canada a le meilleur rendement général sont la psychologie et la psychiatrie, les sciences de la terre et de l’espace, la recherche biomédicale et la biologie.

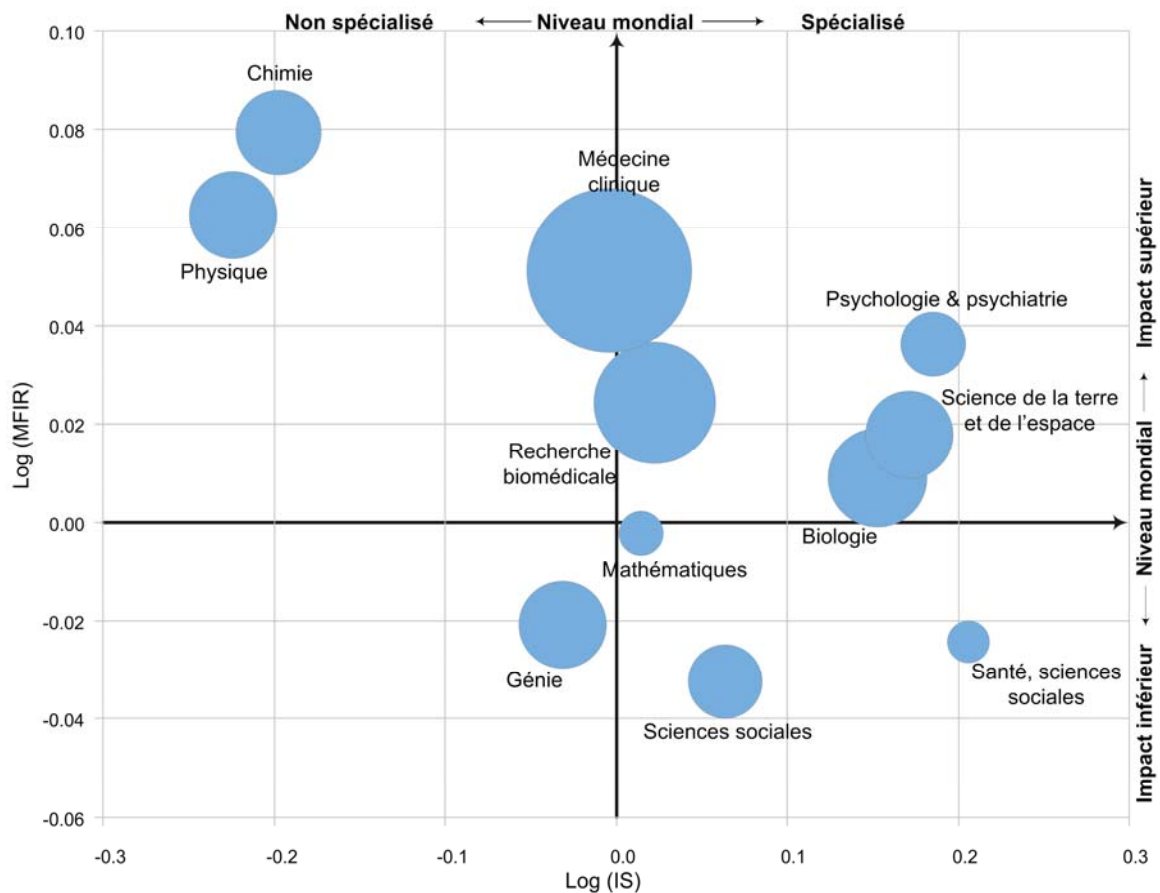
Le quadrant supérieur gauche recense les domaines dans lesquels le Canada ne publie pas de façon aussi « intensive » que la moyenne mondiale, mais où la qualité est élevée. La chimie est clairement un domaine d’excellence, suivie par la physique.

Le quadrant inférieur droit regroupe les domaines dans lesquels le Canada est spécialisé, mais où il tend à publier dans des revues qui ne sont pas citées aussi souvent que la moyenne mondiale. Ce quadrant contient plusieurs des sciences sociales. Nous remarquons qu’une partie importante de la recherche en sciences sociales traite de questions spécifiques au lieu et à la culture, ce qui expliquerait pourquoi les recherches dans les pays plus petits comme le Canada sont publiées de manière disproportionnée dans des revues spécialisées locales qui sont relativement moins citées que la moyenne mondiale.

Enfin, le quadrant inférieur gauche de la figure montre que, au niveau agrégé, la plus grande faiblesse du Canada est la recherche en génie. Certains sous-secteurs du génie constituent bien sûr d’importantes exceptions.

**Figure 6**

**Position du Canada dans les publications de recherche scientifique, 1997-2004**



**21. Un point de vue plus détaillé** – Nous énumérons séparément dans la **Figure 7** les 30 premiers sous-secteurs (parmi les 125 que nous avons analysés) en termes de qualité des publications (FIRM) et d'intensité des publications (IS). Certaines tendances claires se dessinent – plusieurs des 30 premiers domaines se trouvent dans les grappes cernées par les résultats de l'enquête. En termes de qualité des publications, les 30 premiers domaines comprennent 11 sous-secteurs des sciences de la santé et des sciences de la vie connexes et 3 sous-secteurs des sciences de l'environnement. En termes d'intensité des publications – c.-à-d. les domaines dans lesquels le Canada est davantage spécialisé que la moyenne mondiale – on compte 9 sous-secteurs liés aux ressources naturelles et à l'environnement et 7 sous-secteurs liés aux sciences de la santé et sciences de la vie connexes. Une grappe notable de 5 sous-secteurs de la psychologie apparaît dans la liste de spécialisation la plus poussée et 11 sous-secteurs de la chimie et de la physique sont dans la liste de qualité supérieure mesurée par le FIRM.

Les sous-secteurs surlignés dans la figure sont des domaines dans lesquels le Canada publie de façon plus intensive que la moyenne mondiale et pour lesquels la qualité des publications est aussi supérieure à la moyenne mondiale – ce sont les « doubles gagnants ». Par exemple, la recherche clinique, la psychologie, l'océanographie, le génie

forestier, l'hydrologie, la géologie, la biologie marine, les sciences de l'environnement et l'écologie sont tous des domaines dans lesquels le Canada excelle à la fois en termes de qualité et d'intensité des publications.

## Figure 7

**30 premiers sous-secteurs par ordre de cotes FIRM et IS** (Les lignes ombrées sont celles pour lesquelles les cotes FIRM et IS sont au-dessus de la moyenne mondiale.)

\* Les sous-secteurs indiqués par un astérisque sont ceux pour lesquels il n'existait pas d'équivalent évident parmi les 197 sous-secteurs de l'enquête en ligne.

	<b>30 premiers selon le FIRM</b>	<b>FIRM</b>	<b>IS</b>		<b>30 premiers selon l'IS</b>	<b>IS</b>	<b>FIRM</b>
1	Chimie inorganique	<b>1,43</b>	0,55		Génie forestier	<b>3,06</b>	1,03
2	Recherche clinique (transversale)	<b>1,41</b>	<b>1,10</b>		Relations industrielles/travail*	<b>2,49</b>	0,75
3	Gastroentérologie*	<b>1,41</b>	0,72		Mines et minéralurgie	<b>2,48</b>	0,97
4	Psychologie, éducation*	<b>1,40</b>	0,81		Hydrologie	<b>2,36</b>	1,00
5	Physique générale*	<b>1,29</b>	0,65		Psychologie, mathématique*	<b>2,06</b>	1,16
6	Pathologie*	<b>1,26</b>	0,82		Kinésiologie	<b>2,05</b>	1,02
7	Obstétrique et gynécologie*	<b>1,25</b>	0,76		Génie civil	<b>2,05</b>	0,83
8	Chimie générale*	<b>1,25</b>	0,75		Psychologie expérimentale	<b>1,99</b>	0,94
9	Génie nucléaire	<b>1,25</b>	0,56		Géologie	<b>1,98</b>	1,05
10	Psychologie*	<b>1,23</b>	<b>1,33</b>		Recherche opérationnelle*	<b>1,98</b>	1,03
11	Génie - général*	<b>1,23</b>	<b>1,10</b>		Sciences sociales, biomédicales*	<b>1,95</b>	1,21
12	Chimie analytique	<b>1,23</b>	0,66		Biol. marine et hydrobiologie*	<b>1,87</b>	1,20
13	Pharmacie*	<b>1,23</b>	0,37		Psychologie, sociale	<b>1,86</b>	1,06
14	Physique - matière condensée	<b>1,22</b>	0,49		Science de la terre*	<b>1,82</b>	0,89
15	Sciences sociales, biomédicales*	<b>1,21</b>	<b>1,95</b>		Psychiatrie*	<b>1,78</b>	1,05
16	Recherch. biomédicale - général*	<b>1,21</b>	0,90		Sciences de l'environnement*	<b>1,74</b>	1,08
17	Cancer	<b>1,21</b>	0,88		Psychologie, biologique*	<b>1,71</b>	0,95
18	Biol. marine et hydrobiologie*	<b>1,20</b>	<b>1,87</b>		Biologie animale	<b>1,70</b>	1,07
19	Océanographie	<b>1,20</b>	<b>1,37</b>		Science du sol	<b>1,70</b>	1,05
20	Chimie appliquée*	<b>1,19</b>	0,84		Physiologie	<b>1,65</b>	0,98
21	Chimie des polymères	<b>1,19</b>	0,69		Ergonomie*	<b>1,63</b>	1,05
22	Chimie organique	<b>1,18</b>	0,62		Études sur les transports*	<b>1,62</b>	1,03
23	Dermat./maladies vénériennes*	<b>1,18</b>	0,46		Services et politiques de santé	<b>1,61</b>	0,76
24	Psychologie, mathématique*	<b>1,16</b>	<b>2,06</b>		Études des femmes*	<b>1,56</b>	1,00
25	Dév. et santé - enfants/adolesc.	<b>1,16</b>	<b>1,23</b>		Linguistique	<b>1,56</b>	0,83
26	Santé circulatoire et respiratoire	<b>1,16</b>	<b>1,09</b>		Entomologie*	<b>1,53</b>	0,98
27	Phys. nucléaire/part. élément.	<b>1,15</b>	0,87		Santé publique et populations	<b>1,53</b>	0,92
28	Nanophysique	<b>1,15</b>	0,49		Psychologie, clinique*	<b>1,52</b>	1,09
29	Astron., astrophys. et cosmologie	<b>1,14</b>	0,99		Réadaptation*	<b>1,48</b>	1,00
30	Écologie et biol. de l'évolution	<b>1,13</b>	<b>1,47</b>		Écologie et biol. de l'évolution	<b>1,47</b>	1,13

**22. Confirmation de la force du Canada en recherche** – Lorsqu'on examine les données bibliométriques au complet, la force générale du Canada dans les recherches publiées est évidente. Nous remarquons que :

- dans le cas de 38 % des 125 domaines analysés, la qualité des publications (FIRM) et l'intensité des publications (IS) étaient *toutes deux* au-dessus de la moyenne mondiale; dans seulement 10% des 125 disciplines, la qualité et l'intensité étaient au-dessous de la moyenne mondiale
- presque 70 % des 125 disciplines présentaient des cotes de qualité des publications au-dessus de la moyenne mondiale;
- la qualité des publications n'était cotée au-dessous de 90 % de la moyenne mondiale que pour 11 des 125 disciplines.

**23. Technométrie – Analyse des données sur les brevets** – L'analyse des brevets accordés – au moyen de la base de données du US Patent and Trademark Office (USPTO) – fournit des indications sur l'intensité et l'importance de l'activité d'invention au Canada par rapport à la moyenne mondiale. (Mais nous remarquons que beaucoup d'inventions ne sont jamais commercialisées avec succès et que les brevets accordés ne se qualifient pas nécessairement en tant qu'« innovation ».)

En raison des contraintes de temps et du système de classification archaïque de la base de données du USPTO, notre analyse technométrique a été plutôt superficielle. Voici ses faits saillants :

- Le Canada est particulièrement fort en optique et en photonique (complétant les forces en recherche et en technologie susmentionnées) ainsi que dans les technologies de production d'énergie. Bien que l'activité entourant les brevets ait diminué dans les technologies des télécommunications à la suite de l'effondrement des « dotcom » en 2000, ce domaine – avec l'optique et la photonique – offre une base solide pour la croissance industrielle future.
- Le Canada produit une quantité considérable de propriété intellectuelle dans le domaine pharmaceutique et en biotechnologie, mais elle n'est pas citée aussi souvent que la moyenne mondiale des autres brevets de ces domaines, ce qui suggère que son importance technologique, globalement, est moindre que la moyenne mondiale.
- L'activité entourant les brevets au Canada est relativement faible dans beaucoup de domaines où le Canada produit d'excellentes recherches. C'est particulièrement vrai pour la chimie. Les produits chimiques, les produits chimiques organiques et les technologies liées au pétrole sont des exemples particulièrement significatifs.
- Nous avons aussi calculé les chiffres de la croissance des brevets au Canada. Ces données montrent que, dans les cinq dernières années, le Canada a gagné des parts de brevets USPTO dans les domaines des TIC, de la santé et de la biotechnologie.

**24. Comparaison des mesures et de l'enquête** – Nous avons été capables de créer des catégories bibliométriques qui recoupent de façon rationnelle près de 90 % des sous-secteurs de recherche inclus dans l'enquête en ligne. On ne peut combiner les deux dimensions bibliométriques de la « force » – c.-à-d. la qualité (FIRM) et l'intensité (IS) des publications – en un seul « indicateur de force » qu'on pourrait directement comparer à l'échelle unique de sept points de l'enquête. Nous avons plutôt comparé

indépendamment les résultats de l'enquête avec les données du FIRM et celles de l'IS. Nous avons relevé certains secteurs de forte divergence entre les mesures bibliométriques et celles de l'enquête – p. ex., l'analyse bibliométrique révèle la qualité exceptionnellement élevée des recherches canadiennes publiées dans plusieurs domaines de la chimie et de la physique, des domaines moins bien cotés dans l'enquête. Inversement, l'enquête indique une plus grande force du Canada que les données bibliométriques dans certains des plus nouveaux domaines transdisciplinaires – p. ex., les communications, les médias et les sciences culturelles. Nonobstant des exemples comme ceux-ci, les domaines de divergence ne semblent pas correspondre à une tendance systématique quelconque et n'infirmeraient certainement pas les quatre grappes de force du Canada en S et T établies d'après les réponses de l'enquête.

Au contraire, l'analyse bibliométrique montre que le Canada publie intensivement, et souvent des publications de grande qualité, dans les domaines liés aux ressources naturelles et à l'environnement. Le Canada est quelque peu moins intensivement représenté dans les sciences de la santé et sciences de la vie connexes, mais la qualité tend à être élevée dans l'ensemble. La grappe des TIC ne se manifeste pas de façon prédominante dans l'analyse bibliométrique, en partie en raison des limitations de la classification par sous-secteur et en partie en raison de l'orientation plus technologique des TIC. La force du Canada dans ces dernières se manifeste plutôt dans les données technométriques. Dans l'ensemble, les résultats indiquent que les approches de l'enquête et de la bibliométrie se complètent et se renforcent mutuellement.

**25. Le regard depuis l'extérieur** – Un point de vue étranger sur les forces du Canada en S et T constitue un complément important à l'enquête et à l'analyse bibliométrique. Nous avons été incapables, dans le temps imparti, de solliciter systématiquement un échantillon substantiel et informé d'avis étrangers sur les forces en S et T du Canada. Il n'existe actuellement aucune base de données recensant tous les accords internationaux du Canada en matière de S et T, sans parler de la foule de collaborations informelles ou semi-officielles entre des scientifiques canadiens et leurs collègues du monde entier. À partir des renseignements fournis par les conseillers en S et T et les délégués commerciaux du Canada, nous avons examiné de nombreux protocoles d'entente et accords officiels en S et T avec plusieurs pays. Les accords correspondent de façon raisonnablement juste avec les quatre grappes de force qui ont été dégagées. Beaucoup de ces accords, par exemple, concernent les sciences de la santé et de la vie, les ressources naturelles et les TIC.

**26. Infrastructure de S et T du Canada** – Les installations et les laboratoires de recherche dans tout le pays constituent l'infrastructure matérielle nécessaire pour entreprendre des recherches de pointe et former la prochaine génération de chercheurs scientifiques et de technologues canadiens. Une infrastructure immatérielle la complète, constituée d'un large éventail de politiques et de programmes gouvernementaux ainsi que d'autres éléments intangibles tel que les procédures réglementaires qui font à la fois appel aux S et T et ont une incidence sur elles. Nous avons cerné trois catégories d'infrastructures soutenant la capacité en S et T du Canada :

- les infrastructures qui facilitent la production du savoir – p. ex., les universités et les organismes de subvention à la recherche;

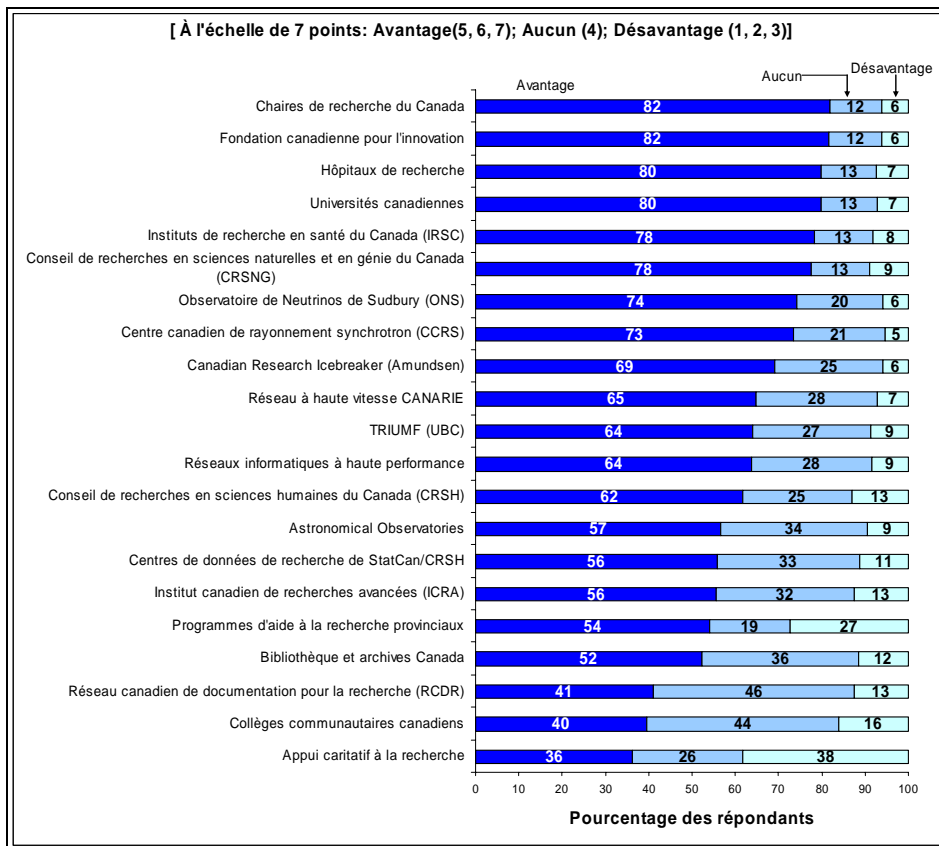
- les infrastructures favorisant la commercialisation et l'application des résultats de recherche – p. ex., les programmes d'appui à la recherche industrielle et les crédits d'impôt;
- les infrastructures appuyant les autres objectifs de politique générale qui s'inspirent, ou touchent de manière importante, de l'activité en S et T – p. ex., liées à la santé, à la sécurité publique, à la cueillette et à l'analyse des données ainsi que les divers régimes réglementaires.

L'enquête en ligne a sollicité l'opinion des milieux experts des S et T sur l'importance des avantages que le Canada tire (par rapport aux autres pays développés) de 48 composantes spécifiques d'infrastructures appartenant aux trois grandes catégories.

**27. Production du savoir et appui au savoir** – Les répondants de toutes les appartenances et de toutes les régions ont donné, parmi les 21 composantes spécifiques d'infrastructure étudiées dans cette catégorie, de très hautes notes aux principales institutions nationales qui appuient la recherche et la formation supérieure – par exemple les Chaires de recherche du Canada, les organismes de subvention (en particulier le CRSNG et les IRSC), la Fondation canadienne pour l'innovation et les hôpitaux de recherche. Les cotes ont été parmi les plus élevées enregistrées dans l'ensemble de l'enquête (**Figure 8**).

**Figure 8**

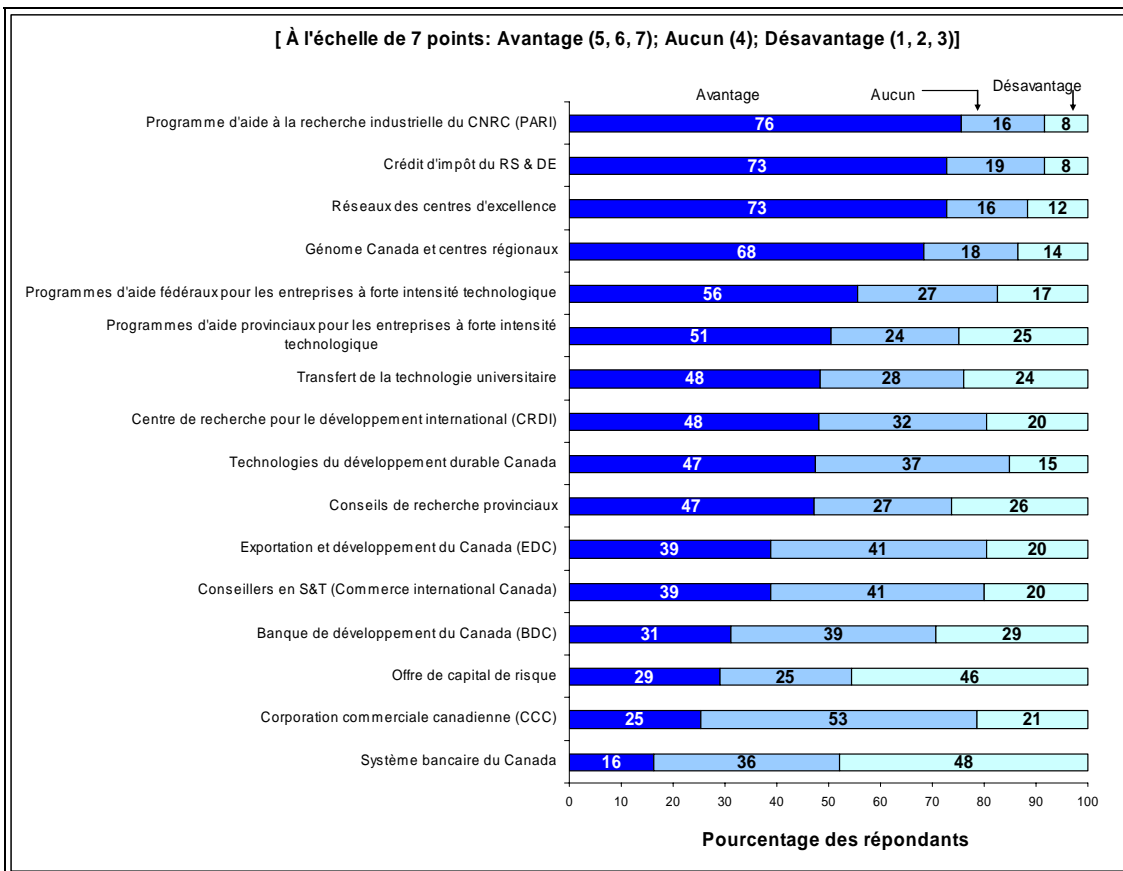
**Appui et développement du savoir en S et T**



**28. Appui à la commercialisation et l'application des S et T** - Les cotes les plus élevées ont été accordées à quatre programmes parmi les 16 composantes spécifiques de cette catégorie (**Figure 9**) : le Programme d'aide à la recherche industrielle (PARI), qui favorise le développement technologique dans les petites et moyennes entreprises; le crédit d'impôt pour la recherche scientifique et le développement expérimental (RS et DE); le programme des Réseaux des centres d'excellence qui appuie la collaboration au Canada dans des domaines importants de la recherche appliquée; Génome Canada, qui appuie la recherche et ses applications en génomique et protéomique. Ces cotes ont aussi été parmi les plus élevées de toute l'enquête.

**Figure 9**

**Soutien à la commercialisation et à la concrétisation d'application de S et T**



Le taux des réponses pour chacune des composantes de l'enquête sur les infrastructures a varié d'un plancher de 470 répondants à un plafond de plus de 1 400. Cela a permis de produire des tabulations croisées par appartenance – p. ex., université, affaires, gouvernement – et par région du Canada. La **Figure 10** le fait pour l'ensemble des 16 composantes des infrastructures d'« appui à la commercialisation et à l'application ». Il semble, et c'est peu surprenant, que les répondants ont tendance à donner une cote plus élevée à une infrastructure lorsqu'elle sert plus directement leurs intérêts – p. ex., la cote exceptionnellement élevée donnée au crédit d'impôt RS et DE par les répondants du milieu des affaires. Il faut aussi souligner les cotes inhabituellement élevées données aux conseils provinciaux de recherche par les répondants du Québec.

**Figure 10**

**Appui à la commercialisation et à l'application des S et T - Plusieurs points de vue**

Infrastructure	Pourcentage de cote fort (Cote de 5, 6, 7)										
	Total	Univ	Entr	Gouv	C-B	AB	M/S	ON	QC	ATL	INT
PARI	76	<b>71</b>	<b>82</b>	<b>82</b>	80	84	80	76	<b>66</b>	82	70
RS et DE	73	<b>66</b>	<b>84</b>	78	74	72	71	74	78	63	67
Réseaux des centres d'excellence	73	73	69	79	76	71	72	75	72	65	66
Génome Canada	68	65	65	74	75	67	67	66	71	60	76
Aide féd. aux entreprises (à forte intensité technol.)	56	<b>48</b>	<b>64</b>	59	61	52	59	52	61	53	63
Aide prov. - entreprises (à forte intensité technol.)	51	48	57	52	48	48	38	51	60	40	52
Transfert de la technologie universitaire	48	51	46	45	<b>61</b>	46	42	46	50	42	54
Centre de recherche pour le dév. international	48	47	42	46	48	36	50	52	46	48	48
Technologies du dév. durable Canada	47	46	47	45	44	46	43	46	56	52	32
Conseils de recherche provinciaux	47	49	48	44	40	50	36	42	<b>65</b>	40	52
Exportation et développement Canada	39	<b>31</b>	<b>48</b>	43	38	40	41	38	43	36	23
Conseillers en S et T	39	<b>28</b>	<b>46</b>	45	44	39	33	35	41	33	52
Banque de dév. du Cda	31	26	36	35	22	30	34	27	<b>43</b>	27	41
Offre de capital de risque	29	26	30	28	22	33	33	28	31	25	39
Corporation commerciale canadienne	25	18	<b>33</b>	27	17	27	24	26	32	22	14
Système bancaire du Canada	16	14	16	16	10	11	21	15	18	18	37

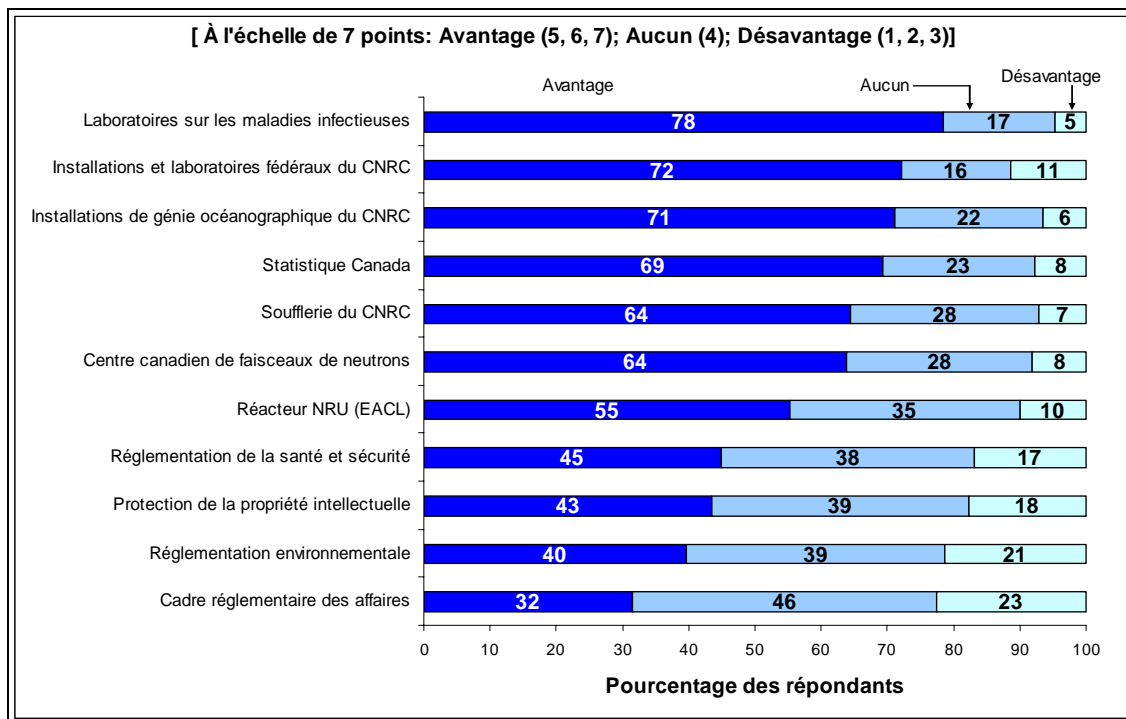
Les cellules en caractères gras du tableau indiquent des écarts statistiques importants par rapport à la cote générale, c.-à-d. que la probabilité que l'écart soit simplement dû au hasard est de moins de 1 %.

**29. Financement commercial de S et T** - La cote relativement faible accordée à l'infrastructure de soutien financier à la S et T du Canada est une constatation possiblement surprenante de l'enquête (se reporter aux six rangées du bas de la **Figure 10**). Par exemple, moins de 30 % des répondants à l'enquête ont cité les fournisseurs de capital de risque en tant qu'élément très avantageux de l'infrastructure du Canada - l'une des cotes les plus faibles de toute l'enquête pour un élément. Une étude plus poussée est nécessaire pour comprendre pleinement la perception négative répandue qu'a le milieu des S et T non seulement des fournisseurs de capital de risque, mais aussi des banques commerciales et des institutions gouvernementales engagées dans le financement de la commercialisation au Canada.

**30. Infrastructures gouvernementales en S et T** - Le comité remarque que la capacité en S et T du gouvernement du Canada est un actif national précieux étant donné que le gouvernement est souvent le seul prestataire possible de plusieurs services importants - p. ex., l'établissement de normes, des biens collectifs tel que le bureau météorologique et la commission géologique, les services nationaux de statistique, la science au service des fonctions réglementaires, la collecte sur une longue période de données d'observation (p. ex., pour appuyer la climatologie). La **Figure 11** indique que les répondants à l'enquête ont donné des cotes élevées à trois institutions fédérales : les laboratoires de lutte contre les maladies infectieuses, les instituts du CNRC et les autres laboratoires fédéraux et Statistique Canada. Plusieurs installations spécifiques - p. ex., les installations de génie océanographique et les souffleries du CNRC et le Centre canadien de faisceaux de neutrons - avaient aussi bonne réputation.

**Figure 11**

**Infrastructures et système réglementaire fédérales en S et T**



**31. Le régime réglementaire en tant qu'infrastructure** – On peut percevoir le régime réglementaire comme un élément d'infrastructure immatérielle ayant une incidence importante sur les S et T autant qu'une relation étroite avec elles. Il faut une bonne recherche scientifique pour établir une réglementation sage et efficace – p. ex., dans les pêches et d'autres domaines de l'environnement ou relativement à la santé et la sécurité. La réglementation sur la propriété intellectuelle (p. ex., les systèmes des brevets et des droits d'auteur) a d'importantes répercussions sur la motivation à innover au Canada, alors que la cadre réglementaire des affaires (concernant par exemple le démarrage d'entreprises, la concurrence et la faillite) peut soit rendre l'environnement propice ou défavorable à l'activité d'entreprise.

Les quatre éléments de l'enquête couvrant la réglementation – santé et sécurité, propriété intellectuelle, environnement et cadre des affaires – ont obtenu un appui remarquablement faible comparativement au classement de la grande majorité des installations (**Figure 11**). Moins de la moitié des répondants leur ont donné une cote indiquant qu'ils constituaient un avantage relatif pour le Canada. La réglementation est bien sûr souvent perçue comme un inhibiteur. Le défi est d'élaborer des réglementations atteignant leurs objectifs tout en minimisant les conséquences néfastes non désirées – c.-à-d., des réglementations « intelligentes ». Les résultats de l'enquête indiquent que, du point de vue de bon nombre des intervenants en S et T, les cadres réglementaires du Canada laissent à désirer. L'analyse détaillée confirme que cette opinion est largement partagée, sans égard à l'appartenance ou à la région.

**32. Domaines possibles de force en S et T pour le Canada** – Nos constatations relativement à la question « *Quelles sont les disciplines scientifiques et les applications technologiques ayant le potentiel de devenir des domaines de force prédominante pour le Canada et de générer des avantages économiques et sociaux importants?* » sont plus conjecturales que tout autre présentées dans le rapport. Cela est d'abord dû au fait que nous n'avons pas eu l'occasion d'effectuer une analyse prospective approfondie; c'est dû aussi en deuxième lieu aux incertitudes considérables que recèle notre compréhension de la manière et des délais dans lesquels des forces particulières en S et T peuvent donner des « avantages économiques et sociaux importants ».

Nous nous sommes principalement reposés sur l'enquête en ligne qui proposait aux participants une liste de 19 domaines de recherche ou d'application technologique qui sont jugés susceptible de prendre une importance croissante au cours des dix ou quinze prochaines années. (Les choix du « menu » de 19 domaines ont été faits d'après une analyse exhaustive de la RAND Corporation, additionnés d'éléments ayant une pertinence particulière pour le Canada.) On a demandé aux répondants de choisir jusqu'à cinq domaines dans lesquels, à leur avis, « le Canada est le mieux placé pour devenir un leader mondial du développement et (ou) de l'application ».

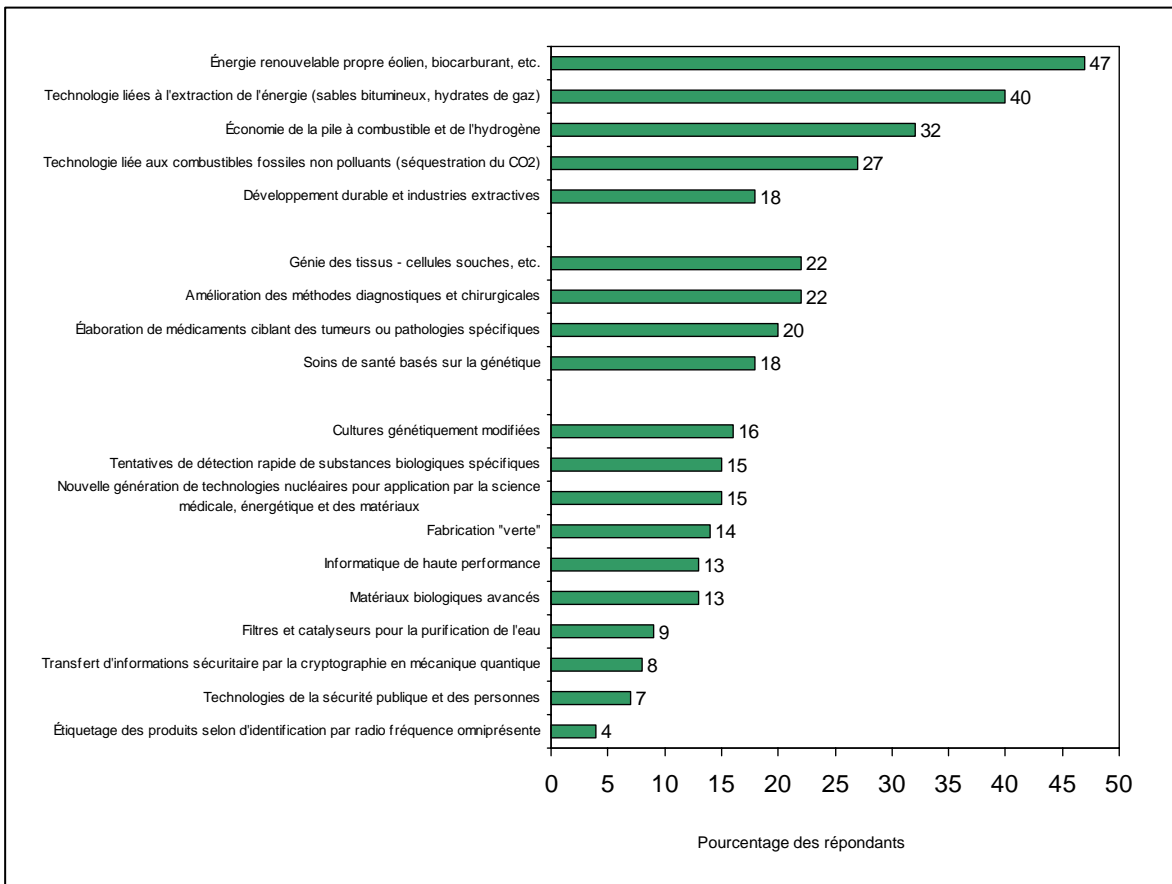
**33. Les technologies de l'énergie propre sont en tête de liste** – Les répondants à l'enquête ont indiqué, par une forte marge, que les technologies de l'énergie constituaient le domaine dans lequel le Canada était le mieux placé pour développer une force prédominante dans l'avenir (**Figure 12**). Les quatre domaines naissants au sommet du classement se trouvaient tous dans la catégorie de l'énergie, trois d'entre eux étant liés à l'énergie durable. Un ensemble de technologies des soins de santé, perçues comme présentant un excellent potentiel pour le Canada, a pris la deuxième place – regroupant

notamment le génie des tissus (p. ex., l'utilisation de cellules souches), les médicaments à cible définie et les soins de santé génétiquement personnalisés.

**34. Mise en garde** – Le comité note que la note élevée donnée à l'énergie propre en tant que domaine dans lequel le Canada est susceptible d'exceller est non conforme à l'évaluation des répondants (indiquée plus haut) selon laquelle le Canada n'est pas en très bonne place dans le domaine de « l'énergie verte ». Ce résultat soulève la question de savoir si les réponses à l'enquête rendent compte d'une évaluation réelle des secteurs dans lesquels le Canada est le *mieux placé* pour être un chef de file mondial ou bien si les réponses révèlent une très forte aspiration quant aux secteurs dans lesquels le Canada *devrait* être un chef de file. De toute façon, on constate un écart considérable entre les aspirations et la réalité. Si le Canada veut devenir un chef de file international dans le secteur de l'énergie propre, il reste encore beaucoup à faire.

**Figure 12**

**Résultats de l'enquête sur les nouvelles opportunités – Pourcentage des répondants incluant les domaines énumérés dans leurs cinq premiers choix**



**35. Diverses perspectives sur les futures possibilités** - Les quelques 1 500 réponses à l'enquête sur les possibilités nouvelles les plus prometteuses offrent une base statistique très complète pour faire des recoupements (**Figure 13**). On constate des variations régionales importantes dans les moyennes résultant de l'enquête - p.ex., les répondants de la Colombie-Britannique étaient beaucoup plus susceptibles que la moyenne de choisir « les piles à combustibles et l'hydrogène » dans les cinq premières; les Albertains étaient beaucoup plus susceptibles de choisir « les technologies de récupération de l'énergie » et « les technologies liées aux combustibles fossiles propres », alors que les Québécois étaient nettement moins susceptibles que la moyenne de donner ces réponses et que les répondants du Manitoba et de la Saskatchewan étaient beaucoup plus susceptibles que la moyenne de voir des débouchés dans « les récoltes génétiquement modifiées ». Dans tous les cas, on peut voir la forte influence de la spécialisation régionale sur la perception des futures possibilités.

## Figure 13

### Perspectives variées des répondants à l'enquête sur les opportunités émergentes

Item	Pourcentage des répondants incluant l'item parmi leurs 5 premiers												
	Total	Univ	Entr	Gouv	<35	>55	C-B	AB	M/S	ON	QC	ATL	INT
Énerg. renouvel. propre (éolien, biocarb)	47	<b>44</b>	<b>58</b>	49	55	<b>42</b>	52	50	57	<b>41</b>	53	49	45
Technol. liées à l'extraction de l'énergie (p.ex. sables bitumineux)	40	<b>36</b>	<b>51</b>	<b>51</b>	29	<b>47</b>	34	<b>62</b>	47	42	<b>30</b>	41	36
Écon.- pile à combustible et hydrogène	32	<b>27</b>	<b>39</b>	<b>40</b>	35	31	<b>45</b>	26	25	32	30	32	30
Technol. liées aux combustibles fossiles non polluants; séquest. CO2...	27	25	32	31	25	28	29	<b>55</b>	28	25	<b>18</b>	27	28
Génie des tissus - cellules souches, etc.	22	25	21	22	22	22	18	18	16	24	<b>29</b>	<b>12</b>	20
Amélioration - méthodes diagnost. et chirurgicales	22	21	23	22	16	24	17	27	14	<b>26</b>	24	<b>10</b>	16
Élaborat. - médicaments ciblant des tumeurs ou pathologies spécifiques	20	22	21	16	22	20	27	18	14	18	<b>29</b>	15	13
Dév. durable et industries extractives	18	15	21	22	16	17	21	18	27	16	15	20	19
Soins de santé basés sur la génétique	18	19	<b>14</b>	21	17	20	23	16	12	18	22	11	23
Récoltes génétiquement modifiées	16	14	14	<b>24</b>	15	19	13	<b>24</b>	<b>39</b>	16	<b>9</b>	17	17
Tentatives de détection rapide de substances biologiques spécifiques	15	17	17	16	10	13	13	13	24	14	18	12	13
Nouv. technol. nucl. - application par sci médi., énergétique et matériaux	15	14	17	19	13	<b>20</b>	11	14	23	<b>19</b>	11	11	9
Fabrication « verte »	14	14	15	14	<b>23</b>	12	20	11	11	12	15	16	25
Matériaux biologiques avancés	13	13	11	16	14	14	15	11	7	13	15	14	14
Filtres et catalyseurs pour l'eau pure	13	13	16	16	14	13	10	9	<b>25</b>	14	14	14	14
Filters and Catalysts for Water Purification	9	8	12	12	8	10	7	11	10	11	6	11	6
Transfert d'info. sécuritaire par la cryptographie en mécanique quantique	8	7	4	9	10	9	6	11	4	8	7	3	12
Technol. - sécurité publique/personnes	7	6	8	<b>13</b>	6	8	5	6	1	8	8	10	7
Étiquetage des produits selon l'identif. par radio-fréquence omniprésente	4	3	<b>7</b>	5	2	3	2	4	4	3	5	5	3

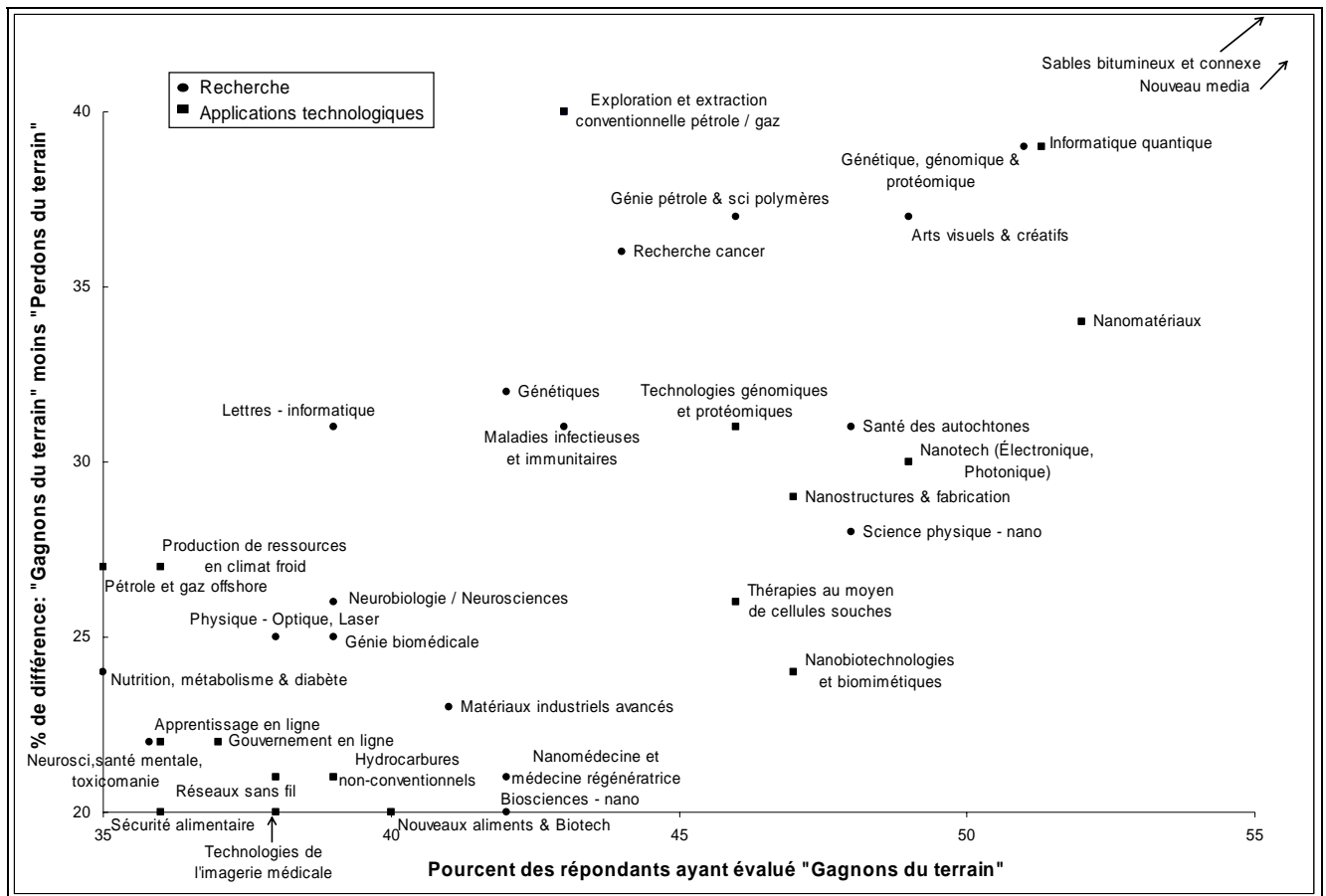
Les cellules en caractères gras du tableau indiquent des écarts statistiques importants par rapport à la cote générale, c.-à-d. que la probabilité que l'écart soit simplement dû au hasard est de moins de 1 %.

**36. Secteurs où l'évolution ascendante semble la plus forte** – Une dernière perspective sur les domaines prometteurs pour le Canada peut être inférée des notes sur les tendances données par les répondants aux 197 sous-secteurs de recherche et d'applications technologiques. La **Figure 14** montre les domaines dont les répondants étaient majoritairement d'accord pour dire que le Canada gagnait du terrain. (Les sous-secteurs indiqués sont ceux pour lesquels deux conditions sont satisfaites– (i) au moins 35 % des répondants croient que le domaine gagne du terrain au Canada et (ii) la tendance *nette* – c.-à-d., le pourcentage de ceux qui voient une tendance à la hausse moins le pourcentage de ceux qui voient une tendance à la baisse – est d'au moins 20 %).

Il est intéressant de noter que presque toutes les disciplines et technologies de la figure sont associées aux TIC et à leurs applications : sciences biologiques et de la santé, diverses applications de la nanotechnologie et ressources naturelles. Il n'est pas fait mention de la nouvelle génération des sciences et des technologies environnementales nécessaires pour répondre aux aspirations exprimées aussi nettement par les répondants lorsqu'ils ont choisi leurs cinq premières possibilités futures pour le Canada.

**Figure 14**

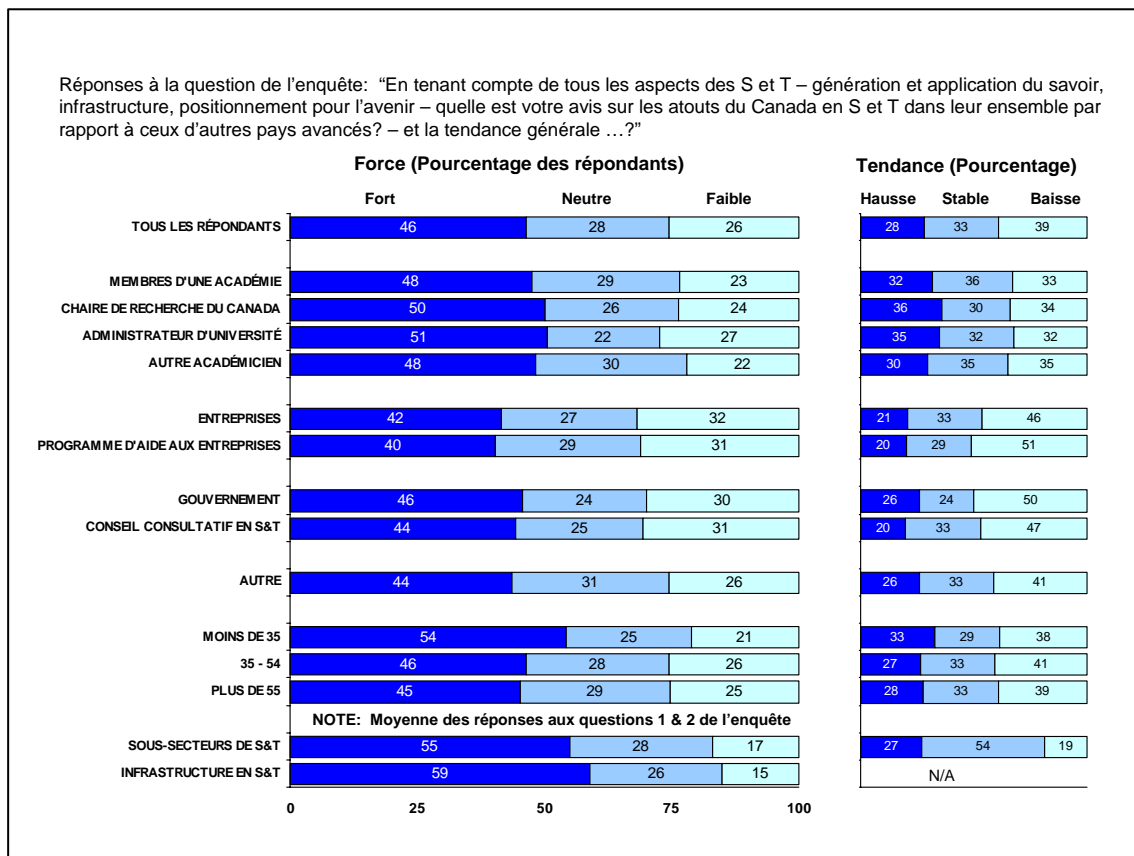
Perspectives de croissance selon les répondants à l'enquête



**37. Atouts du Canada en S et T dans leur ensemble** – On a demandé aux participants à l’enquête en ligne de classer les atouts du Canada en matière de S et T, ainsi que les tendances dans leur ensemble. Les résultats de 1 490 réponses sont présentés à la **Figure 15**, désagrégés selon l’âge et l’affiliation. Le point de vue intégré des forces du Canada dans la science et la technologie est légèrement plus pessimiste que l’opinion des répondants sur les forces en S et T dans des domaines *particuliers* de recherche, d’applications technologiques et d’infrastructure. Moins de la moitié des répondants ont estimé que le Canada était bien placé dans l’ensemble en matière de S et T (cotes de 5, 6, 7) et environ un quart ont estimé que nous faisons preuve de faiblesse par rapport à la moyenne des autres pays économiquement avancés. La perception de la tendance globale est plutôt pessimiste – presque 40% croient que le Canada perd du terrain alors que seulement 28% estiment qu’il en gagne. La tendance nette est également beaucoup plus pessimiste que ce n’est le cas pour la perspective (moyenne) dans les domaines particuliers de recherche et d’applications technologiques (voir le bas de la **Figure 15**).

**Figure 15**

**Perspectives sur les atouts du Canada en S et T dans leur ensemble**



**38. Regard sur l'avenir : Implications des résultats** – Les résultats de l'enquête, en plus de fournir une représentation détaillée des secteurs où le Canada est perçu comme se démarquant en matière de S et T, ont révélé certains défis importants – p.ex., la perception de lacunes dans l'infrastructure des institutions financières pour soutenir la S et T, les capacités du Canada par rapport aux technologies liées aux transports, la perception de faiblesses dans des composantes importantes de l'industrie des produits forestiers, ainsi que dans le secteur pharmaceutique et l'opinion réservée des répondants concernant les avantages de la S et T ou les systèmes de réglementation du Canada. Nous n'exprimons pas d'opinion sur ces questions, mais nous les soulevons ici pour que d'autres y réfléchissent.

Nous n'avons tenté que très rarement d'interpréter ce qui se cache derrière les résultats de l'enquête. Ils fournissent une grande richesse de données qui pourront être analysées et interprétées utilement par d'autres intervenants. Nous croyons qu'un des aspects les plus utiles de notre rapport est qu'il jette les bases nécessaires pour mieux comprendre le système des S et T au Canada et le faire mieux connaître. Par exemple, la série de tableaux des « Forces contre tendances » correspondant aux 197 sous-secteurs (**Figure 5.15** du rapport) pourrait, dans cette optique, stimuler le dialogue entre les communautés d'experts et en leur sein sur les raisons pour lesquelles les répondants ont classé, collectivement, les diverses disciplines et technologies comme ils l'ont fait.

**39. Regard sur l'avenir : Ce qu'il reste à faire** – Ce rapport n'a pas abordé deux grands enjeux – un implicite et l'autre explicite. La question explicite, soulevée par l'enquête, est l'écart entre l'aspiration à créer une capacité de premier plan dans les énergies propres et la réalité. La deuxième, beaucoup plus vaste, est la difficulté à transférer le savoir des chercheurs dans les universités vers les innovateurs dans l'industrie. Une des grandes conclusions que l'on peut tirer des données du rapport est que le Canada possède des atouts considérables dans de nombreux secteurs de recherche et qu'il y a lieu d'être optimiste sur le fait que nous gagnons du terrain dans plusieurs nouveaux domaines. Selon les commentaires présentés dans l'enquête, et de l'avis du comité, nous avons plus de difficulté à faire de ces atouts en science fondamentale des succès commerciaux durables. Il s'agit d'un problème de longue date du système d'innovation du Canada qui doit être résolu pour pouvoir tirer pleinement parti des forces considérables du Canada en matière de S et T. Une étude approfondie des faiblesses et des forces canadiennes, de leurs causes et des solutions possibles, pourrait faire fond sur la présente étude en se penchant d'abord sur les secteurs des S et T dans lesquels le Canada excelle actuellement. Où se trouvent les obstacles qui empêchent de convertir les forces canadiennes en matière de S et T en innovations et création de richesse qui amélioreront la qualité de vie des Canadiens? Comment surmonter ces obstacles?

**40. Regard sur l'avenir** – Nous laissons le mot de la fin aux répondants à l'enquête.

## **Encadré 1**

### **Réflexions sur la stratégie en S et T – Les voix de l'enquête**

- “Nous avons transformé le pays depuis 1997, d'un joueur médiocre (largement parlant) au niveau international sur l'estrade de R et D à un pays perçu comme étant en progression en termes d'investissement de recherche basique et de rendement. Mais nous avons seulement construit un momentum. Nous DEVONS continuer à investir au niveau national pour récolter les fruits de ce momentum.”  
*Membre, SRC Académie des sciences*
- “Nous dépensons beaucoup d'argent en recherche de découvertes, et nous y sommes dans l'ensemble compétitifs. Là où nous sommes faibles c'est dans la traduction soit aux applications commerciales ou aux biens publics. ” *Membre, SRC Académie des sciences*
- “Le Canada a un avantage significatif dans certains secteurs de science basique et il a besoin de s'assurer que ceci est préservé lorsqu'il tente de développer des atouts dans les applications.” *Membre du programme, Institut canadien pour la recherche avancée*
- “C'est important de soutenir la recherche en sciences humaines et en sciences sociales en conjonction avec la 'pure' S et T pour s'assurer que nous poursuivons des programmes précieux socialement et que nous savons comment intégrer les produits qui apparaissent dans une société complexe et diverse.” *Membre, SRC Académie des arts et des lettres*
- “Le Canada a désespérément besoin d'une stratégie en science basée sur nos atouts et sur les opportunités commerciales qui se présenteront.” *Membre, SRC Académie des sciences*
- “Je voudrais espérer qu'une issue possible de ce sondage et d'autres qui peuvent suivre c'est le développement d'une stratégie de recherche ou philosophie. Où voyons-nous la S et T canadienne dans cinq ou dix ans ? Comment pouvons-nous améliorer la situation actuelle ? Comment pouvons-nous encourager les collaborations entre les laboratoires du gouvernement, les universités et l'industrie ? Il doit y avoir un dialogue ouvert pour traiter ces problèmes.” *Chaire de recherche du Canada*

# 1. LE MANDAT

---

Ce rapport analyse deux mois de recherche (commençant à la mi-juin 2006) sur les atouts en science et technologie (S et T) du Canada. L'étude adresse la requête suivante du Ministre fédéral de l'industrie au Conseil des académies canadiennes (voir l'**Annexe 1** pour le texte complet):

Industrie Canada aimerait accueillir la recommandation du Conseil pour mieux appréhender les atouts et la capacité en S et T du Canada. En particulier, cela aiderait à mieux comprendre:

- Les disciplines scientifiques dans lesquelles le Canada excelle dans un contexte international.
- Les applications technologiques dans lesquelles le Canada excelle dans un contexte international.
- Les infrastructures en S et T qui procurent actuellement des avantages uniques au Canada.
- Les disciplines scientifiques et les applications technologiques qui ont le potentiel d'émerger en tant que domaines dans lesquels le Canada se démarque de façon significative et qui génèrent des avantages économiques et sociaux importants.

En posant ces questions, le rapport est organisé comme suit :

Le **chapitre 2** explique notre vision du concept d'atout et d'excellence dans le contexte international. Le **chapitre 3** décrit brièvement les méthodologies utilisées dans la recherche au début de ce rapport. Le **chapitre 4** met en place le contexte pour l'analyse détaillée du rapport. Il présente une vue d'ensemble de haut niveau d'éléments clés du système de S et T du Canada utilisant un ensemble d'indicateurs nationaux pour lequel des données internationales comparables sont aisément accessibles.

Les **chapitres 5, 6 et 7** forment le noyau substantiel du rapport et répondent directement aux questions posées par Industrie Canada. Le **chapitre 5** apporte une synthèse des deux premières questions combinées : Quels sont nos atouts en S et T ? Ce chapitre est basé sur une enquête d'envergure sur Internet spécialement conçue pour cette étude; sur des études bibliométriques (publications dans des revues) et technométriques (brevets accordés); sur les perspectives internationales; et sur la documentation publiée.

Le **chapitre 6** répond à la troisième question : Quels éléments d'infrastructures de S et T le Canada possède-t-il avec des avantages uniques ? Les infrastructures 'matérielles' (c.-à-d., les laboratoires et les installations majeures) et les infrastructures 'immatérielles' (c.-à-d., les systèmes de support à la production de connaissances et aux transferts technologiques).

Le **chapitre 7** aborde la quatrième question : Quelles sont les disciplines académiques émergentes et les secteurs technologiques importants au Canada ?

Enfin, le **chapitre 8** fournit un résumé succinct des conclusions et identifie les problématiques pour une recherche plus approfondie.

## 2. DÉFINIR LA QUESTION

---

### Pourquoi les atouts en S et T sont importants pour le Canada ?

Les atouts d'un pays en science et technologie sont des éléments clés pour propulser l'innovation, la productivité, la croissance, la compétitivité sur le plan international, l'environnement durable et la qualité de vie. Plus particulièrement :

- Les atouts en S et T permettent la formation de personnes hautement qualifiées à la limite de la connaissance qui deviennent les agents de diffusion de l'expertise scientifique et des applications technologiques dans l'économie et dans la société.
- Les atouts en S et T aident à attirer, et retenir au Canada, des personnes de hautes qualifications. Ils agissent aussi comme des aimants pour les investissements au Canada, de l'étranger ou nationaux.
- Les atouts en S et T peuvent stimuler des groupes de capacités spécialisés qui deviennent souvent une plate-forme solide de création d'emplois et de génération de bien-être.
- Les atouts en S et T peuvent mener à des avantages de précurseurs pour les nouveaux produits et services, qui peuvent être exploités par des entrepreneurs *canadiens* afin d'obtenir des parts de marché et de générer de la croissance.

La capacité en S et T contribue également à atteindre des buts plus vastes. Elle peut par exemple représenter une source de fierté nationale et illustrer ce que le Canada peut accomplir. Les atouts en S et T mettent en valeur l'image du Canada dans le monde. Cela permet aussi au Canada de contribuer, en tant que pays développé et doté de richesses, au développement du savoir international. Cela encourage le développement humain à travers le monde ainsi que la quête pour une plus grande compréhension entre nos pairs.

### Qu'est-ce que la science et la technologie ?

Dans ce rapport, on utilise la définition conventionnelle qui traite la science et la technologie comme un ensemble plutôt que comme deux entités distinctes, justifiant l'acronyme « S et T ». Elle inclut les disciplines traditionnelles des sciences naturelles – l'étude de la nature ; les sciences sociales, les lettres et les sciences de la santé – l'étude des êtres humains ; et l'ingénierie – la création et l'étude d'artefacts et de systèmes. Notre concept de S et T inclut, mais ne spécifie pas, les innombrables connexions bidirectionnelles entre la science et la technologie. Elle inclut un concept très large pour la technologie – l'application prévisible et reproductible de la connaissance dans la vie de tous les jours, sous la forme de biens, de services, d'organisations, de méthodes et d'outils.

Une perception populaire mais incorrecte laisse entendre que la science représente l'activité en amont de la recherche de base et que la technologie représente l'application en aval de cette connaissance. La relation actuelle est beaucoup plus complexe. Beaucoup de domaines de la recherche basique sont et ont toujours été technologiquement intensifs. De l'observatoire de Kepler aux instruments de décryptage du génome humain, la fabrication d'outils et l'ingénierie ont fait parties intégrantes de nombreux domaines de

recherche basique comme les théorèmes et les formules. D'ailleurs, nous pouvons identifier plusieurs domaines de recherche appliquée dans lesquels l'élément conceptuel peut être juste aussi fort qu'il peut l'être en science pure.

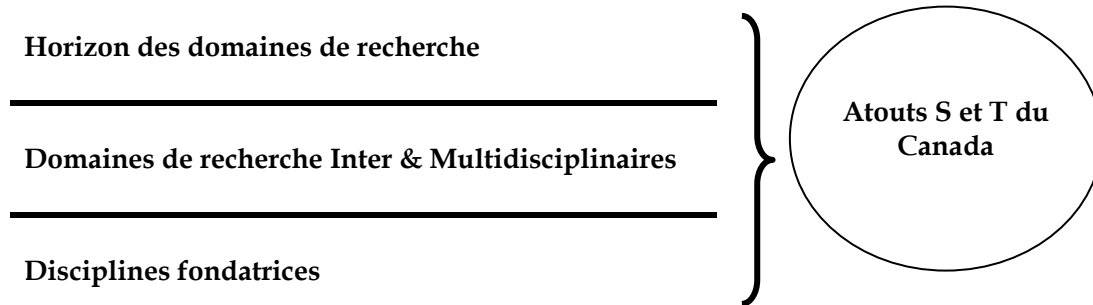
Dans le cadre de cette étude, nous sommes plus concernés dans les secteurs de la recherche dans laquelle l'application de la technologie et la recherche scientifique interagissent. De plus, nous sommes intéressés par un large éventail de secteurs qui possèdent à la fois des origines scientifiques et des applications pratiques immédiates – des secteurs tels que la médecine, les technologies de l'information et des communications, la fabrication, l'extraction et la transformation de ressources, les transports et la construction.

Cette étude comprend aussi les domaines de recherche en arts et lettres. Ces disciplines sont toutes deux sources de compétences et de connaissances essentielles autant pour l'économie future du Canada que pour son développement culturel. Nous avons pu observer que approximativement 70% de l'emploi et des retombées économiques au Canada sont attribuables au secteur des services. Les services à utilisation technologique intensif comme les médias, les logiciels, les jeux, la publicité, la recherche de marchés, etc. très souvent sollicitent les diplômés en arts et lettres – dont beaucoup possèdent maintenant des compétences autant techniques qu'interprétatives.

Il est utile de séparer les capacités de S et T en trois parties : (i) les compétences dans les *disciplines fondatrices* de la science et des technologies ; (ii) la capacité de développer et participer à de nouvelles *combinaisons de disciplines* et de créer des nouvelles technologies connexes ; et (iii) la capacité de voir *plus loin que l'horizon* et d'entreprendre des recherches dans des secteurs potentiellement importants, dans lesquels les disciplines ne sont pas encore définies et les technologies pas encore imaginées. (Figure 2.1)

## Figure 2.1

Différents types de disciplines S et T contribuant aux atouts de S et T



Les disciplines fondatrices – c.-à-d., mathématiques, physique, chimie, biologie, géologie, ingénierie de base, économie, histoire, entre autres – offrent les concepts de base et les structures hautement organisées pour l'éducation et la formation dans la recherche scientifique et pour le développement technologique.

Beaucoup de domaines de recherches multidisciplinaires se sont développés grâce à des entrées de données de différents courants, souvent guidés par une dimension appliquée ou centrée sur un problème. Ainsi, par exemple, les paramètres de la recherche médicale ont évolué au cours des années pour englober de nombreux courants de connaissances – premièrement biologique et chimique à psychologique, sociologique, mécanique et informatique.

Les domaines de recherche d’horizon ne sont généralement pas liés à la configuration présente de la discipline mais ils remédient plutôt seulement au manque d’expérience antérieure sur un sujet ou sur un problème particulier de recherche.

Il est important pour des fins d’évaluation de reconnaître que certains domaines de recherche seront toujours bien plus matures et plus stables que d’autres, et pour autant seront peu enclins à apporter fréquemment des découvertes majeures. Ceci ne doit toutefois pas diminuer l’importance des domaines de base au processus de recherche scientifique et d’application technologique dans son ensemble. Par exemple, tous les médecins doivent avoir une connaissance approfondie en anatomie – cependant il y a eu peu de découvertes révolutionnaires dans ce domaine depuis peut-être un siècle.

Notre tâche dans cette étude n’est alors pas seulement d’estimer les atouts en termes de changements ou de développements plus rapides dans des domaines (bien que c’est important de le savoir), mais aussi d’estimer à quel point les systèmes du Canada sont forts pour produire, relier et où c’est possible d’appliquer la connaissance qui est produite par les trois niveaux de recherche.

## Qu’est-ce que ‘Les atouts en S et T’?

Il n’existe pas de mesure simple et unidimensionnelle des atouts en S et T du Canada. Le concept est intrinsèquement multidimensionnel et comprend : (a) la qualité de la science et la technologie au Canada ; (b) la magnitude ou intensité des efforts canadiens dans différents domaines de S et T ; (c) les tendances des facteurs cités précédemment (gagnons-nous ou perdons-nous du terrain ?) ; et (d) la mesure dans laquelle nos capacités en S et T sont effectives et permettent d’atteindre des objectifs économiques et sociaux. Les jugements qualitatifs intégrant les dimensions et les facteurs multiples sont inévitables. (Nous présentons, en **Annexe 2**, une description graphique des nombreux éléments du système en S et T d’un pays afin d’illustrer la profonde complexité de l’ensemble que nous cherchons à évaluer).

## La perspective globale

L’atout dans un contexte *global* a de l’importance pour le Canada car il détermine notre capacité à faire concurrence pour recruter des ressources qui sont de plus en plus mobiles, et à attirer du capital d’investissement ainsi qu’à participer à des réseaux internationaux de partage de connaissances qui opèrent à la pointe du développement de la science et de la technologie.

Mais le Canada n’a pas besoin de, et ne peut pas, être aussi fort dans tous les aspects de la S & T. Nous nous spécialiserons selon nos aptitudes et nos besoins particuliers. Inévitablement, la plupart des connaissances scientifiques et des technologies seront

développées ailleurs ou en coopération. C'est pourquoi le Canada se doit de maintenir la capacité d'absorber, d'adapter et de diffuser les technologies de pointe, les idées scientifiques, et les meilleures pratiques à travers notre économie et notre société.

Dans ce rapport, nous cherchons à analyser les atouts en S et T du Canada en fonction de notre taille et en comparaison avec les règles types établies dans d'autres pays économiquement avancés du groupe de l'OCDE, incluant bien sûr, les États-Unis. Ce choix est justifié par des relations commerciales et coopérations scientifiques établis et, en termes pratiques, par la disponibilité de données raisonnablement comparables. Cependant, le comité note également l'importance croissante de géants économiques émergents comme la Chine et l'Inde qui sont des forces en devenir à considérer dans des domaines de sophistication croissante des S et T (voir **Encadré 2.1**).

## **Encadré 2.1**

### **L'Économie en développement et les atouts des S et T au-delà de l'OCDE**

Une tendance importante dans la seconde moitié des années 1990 a été l'émergence de l'économie des pays asiatiques, en dehors du Japon, en tant que joueurs de plus en plus forts dans le système international de S et T. La Corée du Sud et Taiwan étaient déjà bien établis dans les marchés particuliers, et Singapour, la Malaisie, la Thaïlande, et d'autres ont poussé leur puissance économique et ont montré du potentiel pour augmenter de plus en plus leur compétitivité. Comme le note le Conseil National de Recherches du Canada, "En 2020, selon la tendance actuelle, la Chine aura une économie qui rivalisera en taille avec celle des États-Unis. L'Inde réalisera cette marque vers 2040 et la Russie peut encore émerger comme un joueur majeur." (2005 (b), p. 7)

La Chine est devenue déjà un participant important dans les marchés de haute-technologie, elle a attiré les compagnies mondiales d'importance, et c'était la destination de tête pour l'investissement direct étranger en 2004. Les brevets et publications internationales de la Chine, quoique encore modestes, sont en forte augmentation. En effet, son volume de publications de recherche dépasse désormais celui du Canada. L'Inde se concentre particulièrement dans les secteurs de services intensifs de connaissances et de biotechnologie. En bref, c'est en train de devenir rapidement le cas où les atouts relatifs en S et T du Canada au niveau international doivent être jugés dans le contexte d'un groupe plus vaste que le groupe traditionnel des pays de l'OCDE.

## **À quoi le rapport cherche-t-il à répondre et à quoi ne répond-t-il pas ?**

Notre étude se concentre sur la description des atouts des bases principales du système de S et T du Canada. Nous le faisons à travers l'identification, dans les limites des données disponibles et de méthodologie, des domaines de S et T où le Canada est actuellement fort en comparaison avec les autres pays économiquement avancés. Nous indiquons également les domaines où nous sommes supposés devenir plus forts. Le rapport révèle

aussi les domaines où nous sommes, apparemment, comparativement faible ou en chute de nos capacités en S et T. Finalement, nous prenons en compte les opinions sur les domaines émergents potentiels, bien que celle-ci relève nécessairement du domaine spéculatif.

Il est au-delà de notre mandat d'analyser la question difficile mais pourtant cruciale de comment les atouts en S et T sont traduits en des *résultats* qui finalement contribuent aux performances économiques et à la qualité de vie du Canada. Nous ne faisons pas non plus de recommandations sur les politiques en S et T ou sur les domaines prioritaires à soutenir et à financer.

Les objectifs de ce rapport sont donc limités, mais nous espérons qu'il puisse apporter de l'information de base afin d'assister le gouvernement dans le développement de stratégies en S et T.



### 3. APPROCHES ET MÉTHODES

---

#### Les atouts en science et technologie sous quatre optiques

Les aspects de la science et technologie canadienne ont été étudiés à plusieurs reprises, et en particulier les défis et les opportunités de certains domaines. Pourtant, bien qu'une grande partie du territoire S et T canadien ait déjà été étudiée, ce rapport offre une vision nouvelle et raisonnablement complète de la position canadienne en S et T dans le monde, en répondant plus particulièrement à la question : Dans quels domaines le Canada est-il le plus fort ?

L'évaluation des atouts et de l'importance en S et T d'un pays est une tâche complexe - en effet il n'existe pas de « bonne pratique » unique. Chaque pays utilise des indicateurs et des approches différentes, ce qui ne facilite pas les comparaisons sur le plan international. De plus, chaque méthode d'évaluation a ses limites et ses biais. La plupart des méthodes suivent un modèle « atomistique », c'est-à-dire qu'elles ne prennent en compte qu'une partie spécifique des multiples dimensions des atouts en S et T d'un pays déterminé (**Annexe 2**). Pour cette raison, et parce que notre définition des atouts en S et T est large, il est important d'ajouter à la perspective atomistique traditionnelle d'autres méthodes qui sont plus « holistiques » et capables d'assimiler les divers aspects des atouts en S et T.

Chaque perspective - atomistique et holistique - présente des avantages et des inconvénients. Ceci est expliqué par C.S. Holling (1998), qui décrit que le danger de l'approche atomistique est de donner « la bonne réponse à une mauvaise question » alors que le danger de l'approche holistique est de donner « la bonne question mais une réponse peu utile ». Pour cela, nous devons examiner les atouts des S et T canadiennes au microscope mais aussi au « macroscopie » (De Rosnay, 1979).

Le comité a décidé d'utiliser les quatre approches suivantes, ou « optiques » afin d'évaluer les questions qui nous ont été formulées :

- **Enquête** : sondage à grande échelle, disponible sur le Web, sur l'opinion des experts de la S et T canadienne. L'opinion des experts offre une vision large et intégrée, qui se rapproche caractéristiquement de l'évaluation holistique.
- **Données Métriques** : une analyse des données bibliométriques (recherches publiées dans des revues scientifiques) et technométriques (les brevets attribués). Cette approche est la plus « atomistique » des quatre.
- **Un regard depuis l'extérieur** : un résumé des rapports et commentaires obtenus auprès des conseillers scientifiques et des délégués commerciaux des ambassades canadiennes dans le monde avec une emphase sur les accords entre le Canada et les autres pays dans le secteur de S et T. Un regard depuis l'extérieur vient compléter l'autoévaluation issue de l'enquête.
- **Documentation** : une revue des publications pertinentes, incluant les textes sur des indicateurs comparables au niveau international traitant des différents aspects des atouts en S et T au niveau national.

Nous n'avons pas appliqué les quatre optiques à chaque question, puisqu'elles ne sont pas toujours appropriées. Par exemple, lors de l'évaluation des atouts du Canada en infrastructures, les données bibliométriques et technométriques ne sont pas directement applicables. Ci-dessous, les quatre optiques sont brièvement décrites.

## Enquête - Les foules détiennent-elles la sagesse?

Dans *La Sagesse des Foules (The Wisdom of Crowds)*, James Surowiecki (2004) raconte l'histoire du scientifique britannique Francis Galton qui, en 1906, a pu observer qu'une foule de 800 participants à une foire était capable de deviner le poids d'un bœuf. La moyenne des 800 réponses individuelles - avec une précision d'une décimale de pourcentage - était beaucoup plus juste que celle des réponses individuelles de fermiers et de bouchers experts présents. L'atout des nombres est un des fondements des statistiques. Dans l'enquête sur le Web effectuée pour ce rapport, nous avons combiné deux approches - la sagesse des experts avec la sagesse de la foule - en enquêtant auprès d'une foule d'experts.

Le questionnaire de l'enquête (**Annexe 3**) a été développé sur les bases taxinomiques des domaines de spécialisation en science et technologie et à partir de consultations sélectives auprès d'experts. Il a été programmé et hébergé par EKOS, une entreprise de sondages ([www.ekos.com](http://www.ekos.com)). L'invitation à participer à l'enquête a été envoyée aux membres de 27 « groupes » de différentes affiliations (voir le **Chapitre 5** pour plus de détails). L'enquête était accessible du 17 juillet au 8 août 2006. Les répondants étaient appelés à :

1. Choisir, parmi les 16 domaines généraux de recherche ou d'application technologique proposés, un ou plusieurs secteurs qu'ils connaissaient bien et parmi ceux-là évaluer les sous-secteurs correspondants par rapport aux atouts relatifs du Canada sur une échelle de 7 points, ainsi que les tendances actuelles (à la hausse, stable, ou à la baisse).
2. Évaluer des éléments spécifiques aux infrastructures en S et T selon les avantages relatifs (ou désavantages) qu'elles représentent pour le Canada.
3. Choisir parmi un éventail de technologies émergentes, celles qui, selon le répondant, permettront au Canada de mieux se positionner afin de développer de futurs atouts.
4. Évaluer les atouts et les tendances des S et T canadiennes en général.
5. Exprimer en leurs propres mots, leurs commentaires sur les atouts en S et T du Canada.

Pour chacune des trois premières questions, les répondants pouvaient élargir le menu de choix s'ils le trouvaient insuffisant. Les résultats des 1 529 questionnaires menés à termes sont présentés dans les **Chapitres 5, 6 et 7**.

## Données métriques - Évaluation des résultats

La revue des données bibliométriques et technométriques fait partie des méthodes bien établis lors de l'évaluation des atouts en S et T. Ces indicateurs objectifs offrent des « points de repère » utiles et comparables internationalement mais ne sont pas suffisants, à eux seuls, pour décrire l'ensemble du système de S et T. Elles sont complémentaires aux autres optiques et en particulier aux résultats de l'enquête sur les atouts des sous-secteurs de recherche. Toutes les données bibliométriques et technométriques de ce rapport ont été

compilées par Science-Metrix ([www.science-metrix.com](http://www.science-metrix.com)) à partir d'informations provenant de l'Observatoire des sciences et des technologies ([www.ost.qc.ca](http://www.ost.qc.ca)). Les résultats des analyses de données bibliométriques et technométriques sont présentées dans le **Chapitre 5**.

## **International - Un regard depuis l'extérieur**

Grâce à des contacts dans le Département des Affaires étrangères et du Commerce international du Canada, des invitations ont été lancées aux conseillers scientifiques et aux délégués commerciaux de différentes ambassades canadiennes dans le monde. Nous avons obtenu des rapports et des données à partir de ce réseau de contacts. L'information obtenue a permis de compléter les données collectées lors de l'enquête et de la recherche sur les données métriques.

Une des limites de cette méthode réside dans le fait que les atouts des S et T canadiennes, en comparaison à ceux des États-Unis ou de certains pays de l'Union Européenne, ne sont pas souvent étudiés depuis l'étranger. Le comité a donc décidé de faire particulièrement attention aux accords de coopération scientifiques et technologiques, aux protocoles d'entente, et aux collaborations établies avec d'autres pays, en supposant que les disciplines et secteurs identifiés lors de ces collaborations prennent en compte les atouts réels du système de S et T canadien. Cette information est présentée dans le **Chapitre 5**.

## **Documentation**

Il existe peu de recherches publiées, raisonnablement détaillées, traitant spécifiquement des atouts globaux du système de S et T du Canada. Les quelques publications existantes – p.ex., l'influente étude du Conseiller scientifique en chef du Royaume Uni, David King (2004) – proposent une vision très générale. Néanmoins, l'optique de la documentation offre une perspective utile et complémentaire aux trois autres.

À notre connaissance, ce modèle de « quatre optiques » n'a jamais été utilisé auparavant pour évaluer les atouts en S et T. En plus de vérifier l'ampleur et l'atténuation du biais, ce modèle permet d'identifier les domaines de S et T pour lesquels l'information obtenue selon les différentes approches converge ou diverge. Les différentes perspectives obtenues par ces quatre optiques nous permettent de distinguer trois cas différents :

- Atouts bien définis – domaines pour lesquels on dénote une certaine convergence ou entente entre les différentes optiques
- La « zone grise » – domaines pour lesquels les résultats ne permettent pas d'obtenir des conclusions claires
- Besoin d'une recherche plus étendue – domaines pour lesquels il existe des dissemblances entre les méthodes d'évaluation.

Cette approche contribue également au développement de méthodes permettant d'identifier les atouts en S et T. Par exemple, si notre enquête se révèle raisonnablement fiable – en comparaison avec les autres « optiques » – elle pourrait être utilisée dans d'autres circonstances en tant que méthode rapide et peu coûteuse d'évaluation des atouts en S et T, ainsi que pour mesurer les changements au cours d'une période déterminée.



## 4. MISE EN PLACE DU CONTEXTE

---

L'atout en science et technologie est considéré comme étant essentiel pour la capacité permanente d'un pays d'innover et de faire face à la concurrence dans une économie internationale basée sur la connaissance – développer de nouveaux produits et services avec succès dans les marchés mondiaux, et en même temps maîtriser et appliquer de nouveaux concepts organisationnels et de nouvelles méthodes de production.

Il est important d'être clair sur la relation entre la S et T et l'innovation. Cela commence par l'invention – une invention étant la démonstration pratique d'une nouvelle idée qui peut dériver de résultats de recherche, de besoins exprimés du marché, ou de l'expérience et de l'imagination d'inventeurs individuels. Le succès de la commercialisation d'inventions, ou leur utilisation dans la société, produit des innovations.

Il est commun de parler d'un 'système d'innovation' national, comme étant la somme de toutes les institutions, les liens, les rapports et les arrangements impliqués dans le développement des inventions et de leur commercialisation. Il n'y a pas de processus linéaire qui va de la recherche vers l'invention, pour ensuite développer des produits et finalement les vendre. En fait, le procédé d'innovation comprend des faux départs, des impasses, des boucles de rétroaction, et il inclut des obstacles qui ont peu de choses à voir avec la qualité de la S et T concernée. Cela requiert, par-dessus tout, des personnes talentueuses et très compétentes avec une vision et qui sont aussi entrepreneurs, énergiques et persévérants.

Pour ces raisons, c'est extrêmement difficile d'évaluer et de mesurer la performance de l'innovation nationale. Nous manquons d'un modèle détaillé de l'innovation qui englobe tous ses aspects comportementaux et organisationnels. Nous n'avons pas non plus des données fiables et véritablement comparables sur la plupart de ces éléments, même pour les pays de l'OCDE. Les analyses quantitatives des systèmes d'innovation nationaux sont donc limitées le plus souvent à ce qui peut être montré à partir des indicateurs de base d'intrants et d'extrants.

Nous pouvons mesurer les *intrants* tels que les dépenses de R et D, l'investissement de capital et le personnel hautement qualifié. Mais alors que tous ces intrants peuvent être requis pour que l'innovation se produise, leur présence ne garantit pas que l'innovation va se réaliser. De même, nous pouvons mesurer les *extrants* tels que les publications scientifiques, les brevets et les compagnies technologiques en démarrage. Mais, au mieux, ce sont des données indirectes pour quelques éléments de l'activité d'innovation. Par exemple, la vaste majorité des brevets accordés ne sont jamais exploités commercialement, et plusieurs innovations ne sont pas brevetées.

À bien des égards, l'innovation est en fait un *résultat* de facteurs d'intrant et d'extrant comme cité plus haut sans compter beaucoup plus de facteurs économiques et sociaux. Avec la bonne combinaison de facteurs, la connaissance se transforme en nouveaux biens, services et pratiques qui peuvent réussir sur le marché et contribuer à la croissance

économique. On peut dire qu'un système d'innovation national (ou régional) est réussi dans la mesure où il facilite plutôt qu'il n'arrête ces courants de connaissance.

Nous présentons dans ce chapitre un vaste aperçu de ces particularités majeures du système d'innovation du Canada qui peuvent être décrites par des indicateurs d'intrants et d'extrants actuellement disponibles. Même si ces indicateurs ne donnent pas un tableau d'ensemble, ils sont dans la plupart des cas tout ce que nous possédons. Placés dans un contexte approprié, ils peuvent néanmoins être des outils utiles pour indiquer les tendances et signaler les atouts importants et les faiblesses du système canadien d'innovation.

## Les indicateurs d'intrants

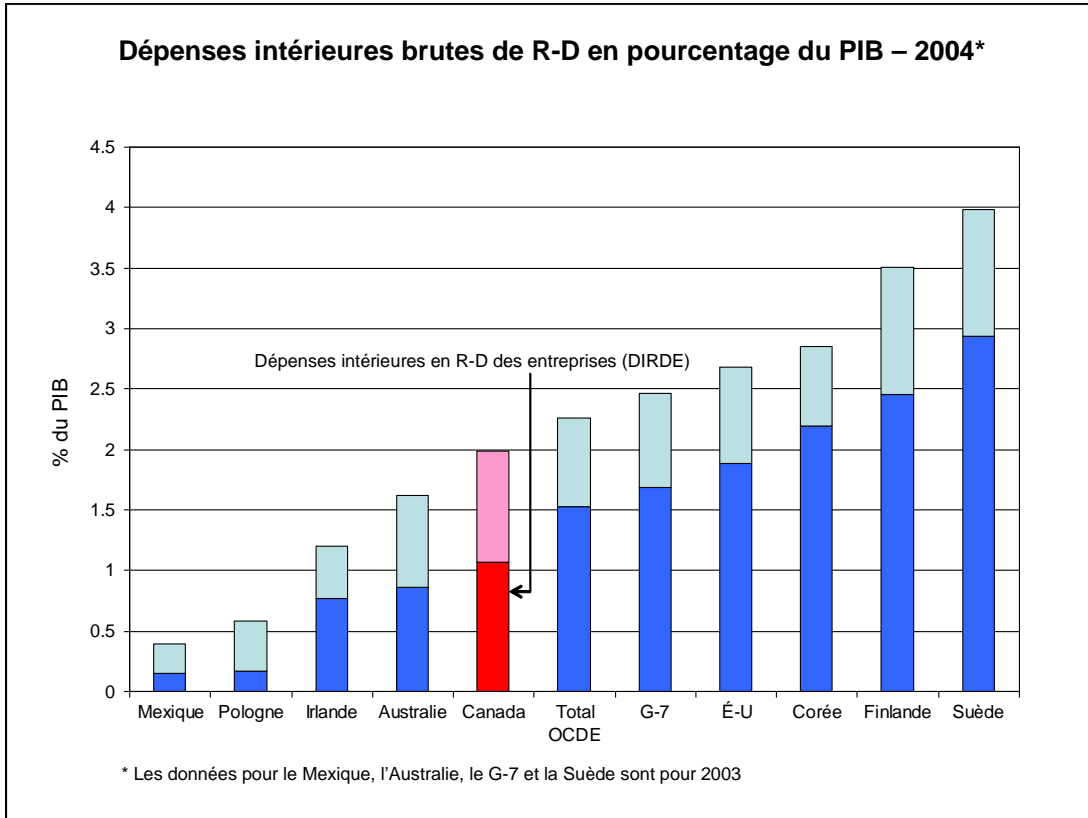
La dépense en R et D est l'indicateur de l'effort en S et T le plus largement rapporté au niveau national. Selon les termes laconiques de l'OCDE :

'La dépense en R et D peut être considérée comme un investissement en connaissance qui peut se traduire en nouvelles technologies et en façons plus efficaces d'utiliser les ressources existantes. Dans la mesure où ces conditions sont remplies, il est alors plausible que plus on investit dans la R et D plus fort sera le taux de croissance.' (OCDE 2003, p. 60)

Les derniers chiffres montrent que les dépenses intérieures brutes en R et D (DIRD), exprimées en pourcentage du PIB, est à la traîne de notre groupe de pays pairs au sein de l'OCDE (**Figure 4.1**). À environ 2% du PIB, le ratio DIRD du Canada représente la moitié de celui du leader, la Suède.

**Figure 4.1**

**Les dépenses intérieures brutes en recherche et développement par rapport au produit intérieur brut (DIRD)**



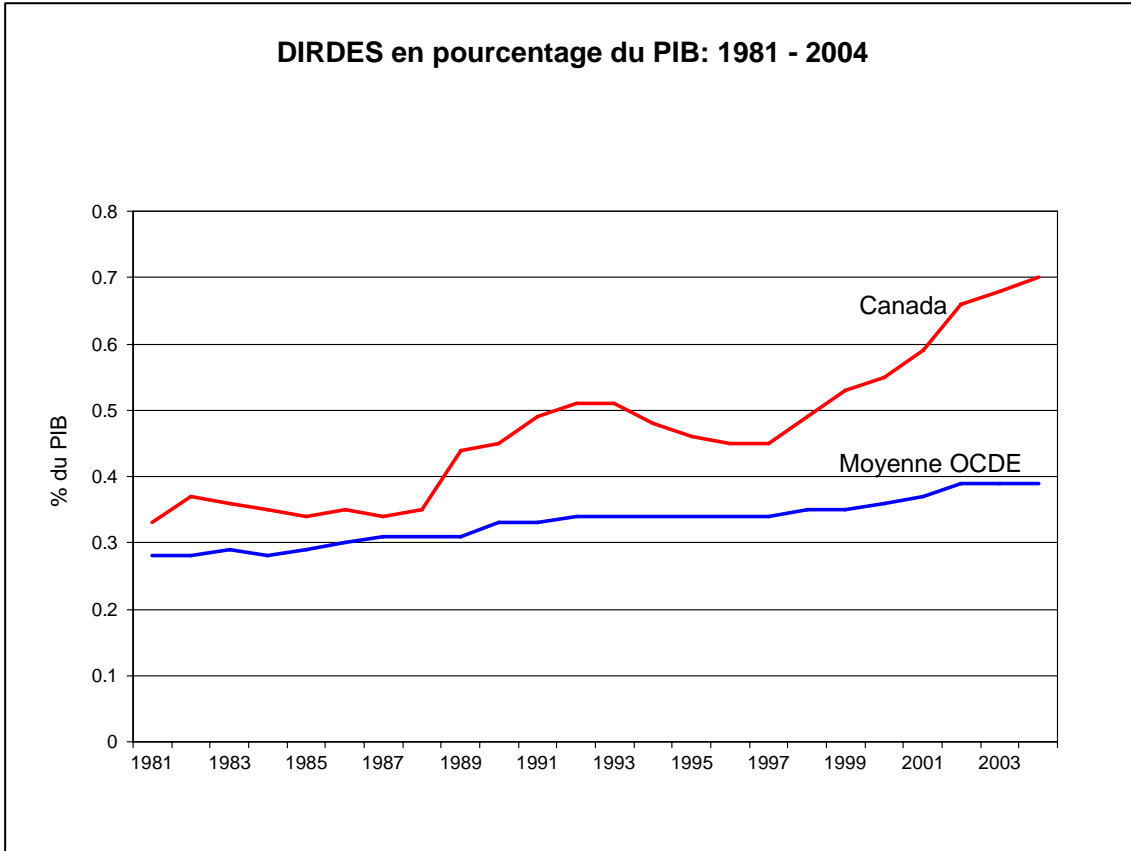
Source : Indicateurs principaux en science et technologie, OCDE 2006-1

Les dépenses en R et D du Canada ont augmenté de façon significative depuis les 15 dernières années – de 10,3 \$ milliards en 1990 à 26,3 \$ milliards en 2005 – un taux de croissance annuel moyen de près de 6,5%. Entre 1997 et 2003, le Canada a enregistré la croissance la plus rapide des dépenses en R et D du G-7. Mais beaucoup d'autres pays ont stimulé aussi la R et D, laissant la position du Canada relativement statique dans les tableaux comparatifs internationaux.

Ceci est en dehors du fait que le Canada a bénéficié d'augmentations notables des dépenses nettes de R et D dans le secteur de l'enseignement supérieur, alors que le gouvernement fédéral, les entreprises, et les universités ont fait de nouveaux investissements significatifs dans la recherche universitaire. Les dépenses en enseignement supérieur au Canada pour la R et D (DIRDES), en pourcentage de PIB, se maintiennent actuellement au second rang de l'OCDE juste derrière la Suède et comptent pour plus de 35% du total de R et D effectués au Canada (Figure 4.2).

**Figure 4.2**

**Les dépenses intérieures en enseignement supérieur en recherche et développement par rapport au produit intérieur brut**

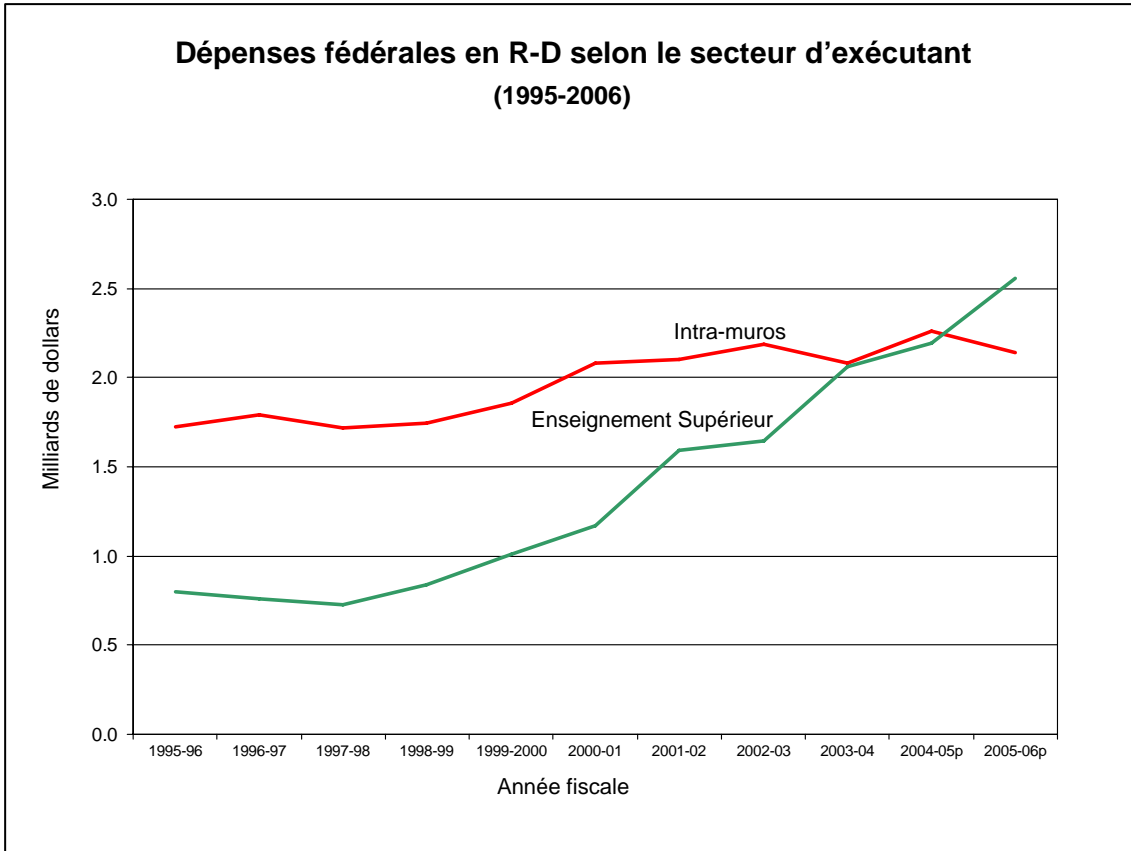


Source: Indicateurs principaux en science et technologie, OCDE, 2006-1

L'émphase du gouvernement fédéral sur la recherche universitaire est évidente d'après la tendance des dépenses budgétaires qui montrent des dépenses pour la R et D dans les l'universités de plus de 2,5 \$ milliards en 2005-2006. Pour la première fois, celles-ci dépassent les dépenses fédérales en R et D intra-muros qui sont restées inchangées depuis les six dernières années (**Figure 4.3**).

**Figure 4.3**

**Les dépenses fédérales directes en recherche et développement selon le secteur d'exécutant**

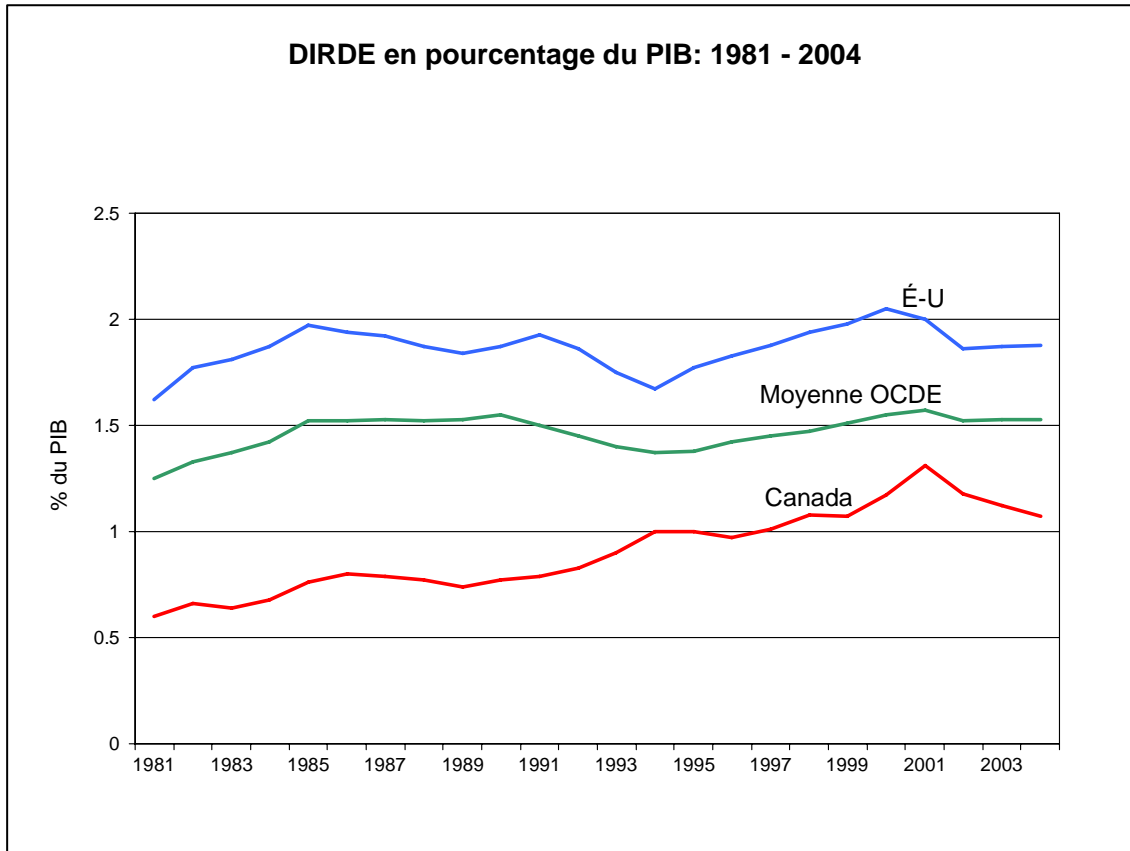


Source : Statistique Canada Cat No. F88-204-XIE 2004/2005

Les dépenses intérieures en R et D des entreprises (DIRDE) sont perçues comme étant plus étroitement liées aux résultats d'innovation commerciaux qu'aux dépenses totales en R et D. Le ratio DIRDE du Canada a augmenté significativement plus vite que la moyenne des autres pays de l'OCDE pour les deux décennies jusqu'à 2001. L'éclatement de la 'bulle dotcom' a affecté négativement l'investissement en R et D, notamment dans le secteur des télécoms dans lequel le Canada possède des atouts particuliers. Et depuis 2001, le ratio de DIRDE sur PIB a continuellement diminué et il est maintenant seulement à environ la moitié de celui des États-Unis (Figure 4.4).

**Figure 4.4**

**Les dépenses intérieures en recherche et développement des entreprises par rapport au produit intérieur brut**



Source : Indicateurs principaux de science et technologie, OCDE 2006-1

La question est : Pourquoi le Canada reste-t-il toujours loin derrière la moyenne de l'OCDE en investissement des entreprises en R et D ? La réponse est en partie liée à la structure industrielle de ce pays. L'économie du Canada est relativement spécialisée en industries (c.-à-d., reliées à l'extraction et au traitement des ressources) qui apportent une infime contribution à la R et D par rapport au pays dans lequel elles se situent.

Mais la structure est seulement une partie de la réponse. Il y a aussi quelques secteurs importants au Canada pour lesquels l'intensité en R et D (c.-à-d. la dépense en R et D en pourcentage du revenu) est bien en dessous des normes internationales. L'industrie automobile canadienne, par exemple, n'accorde qu'une petite part à la R et D, car elle s'appuie sur la R et D étrangère qui est partie intégrante des équipements de production de pointe. Et pour des raisons qui semblent être moins compréhensibles, le secteur des services (commerciaux) du Canada a une intensité nettement plus faible en R et D que son homologue américain, mais pas inférieure à la moyenne du G-7. Compte tenu que les services et le secteur automobile comptent ensemble pour plus des deux tiers du marché à valeur ajoutée, notre relative baisse d'intensité en R et D dans ces secteurs explique une partie significative de l'écart entre le Canada et les États-Unis en dépenses d'entreprises

dans la R et D. À titre de compensation partielle, il y a plusieurs secteurs canadiens de haute technologie – notamment l'équipement de télécommunications, les équipements de bureau et l'informatique, et les produits pharmaceutiques – dans lesquels la moyenne de l'intensité en R et D dépasse à la fois le niveau des États-Unis et celui du G-7 (Industrie Canada, 2006[a], p. 11-14).

Les compléments les plus significatifs de dépenses en R et D sont les connaissances avancées et l'investissement en équipement technologique sophistiqué indispensable.

Considérant d'abord la position internationale du Canada en ce qui concerne les compétences, les données classifiées du tableau de la **Figure 4.5** démontrent le niveau d'éducation général exceptionnellement élevé de notre main-d'oeuvre. En 2003, 44% de la population âgée de 25 à 64 ans avait une formation post-secondaire – la proportion la plus forte de l'OCDE. (La proportion des diplômés universitaires au Canada est légèrement moindre que celle des États-Unis, mais ceci est plus que compensé par notre plus grand nombre de diplômés des collèges d'enseignement professionnel/collèges communautaires.)

Un tableau différent émerge si nous mettons l'accent sur la spécialisation en science ou en génie. Au Canada, ces secteurs comprennent seulement environ un cinquième des nouveaux diplômés, comparé à environ 30 % dans la plupart des pays européens, mais cependant supérieure à la proportion des États-Unis juste au-dessus de 15 %<sup>1</sup>. Le Canada affiche un ratio particulièrement bas de doctorats en matière de science et de génie – 0,3 % du total des diplômés en 2002 – comparé à 0,45 % aux États-Unis et plus de 1 % en Suède et en Suisse. La dernière colonne de la **Figure 4.5** - Les chercheurs des entreprises pour 1 000 emplois dans l'économie – est fortement en corrélation avec les dépenses des entreprises en R et D. Sans surprise, le Canada s'écarte loin derrière des meneurs comme la Finlande, les États-Unis, le Japon et la Suède, mais il devance le Royaume-Uni, la France et l'Allemagne.

Le message de ces données de haut niveau est que le Canada est *comparativement* bien doté des compétences nécessaires à une économie avancée – même s'il y aura toujours des écarts et des manques particuliers. D'autre part, le niveau relativement bas de spécialisation en science et en génie paraît refléter la nature particulière de l'économie du Canada. Dans ce pays, un niveau relativement bas d'activité économique intensive en R et D – dû en partie à la structure industrielle et en partie au comportement des compagnies dans certains secteurs – traduit une moindre *demande* relative au Canada pour des compétences hautement spécialisées en S et T que dans les autres pays de l'OCDE. Nous mettons l'accent sur le fait que cette conclusion s'applique, en moyenne, à l'économie toute entière. Il y aura plusieurs circonstances spécifiques où les contraintes d'approvisionnement seront réelles et où la demande en compétences avancées ne sera pas comblée.

---

<sup>1</sup> En sélectionnant seulement les gradués en science et ingénierie, l'analyse des compétences de l'OCDE ignore les efforts de recherche de l'industrie qui ne sont pas reliés aux technologies mais hautement reliés à l'innovation – c.-à-d., recherche marketing, recherche économique, recherche sur les facteurs humains, recherche en psychologie, etc.

**Figure 4.5**

**Une perspective internationale sur les personnes hautement qualifiées**

	Personnes ayant une éducation post-secondaire en pourcentage de la population 25 à 64 (2003) <sup>1</sup>		Part des degrés en sciences et génie en pourcentage des nouveaux degrés (2003) <sup>2</sup>		Doctorats en sciences et génie en pourcentage de nouveaux gradués (2002) <sup>3</sup>		Chercheurs des entreprises pour mille emplois	
	%	Classement	%	Classement	%	Classement	%	Classement
Canada	44,0	1	20,4	10	0,30	9	4,4	5
États-Unis	38,4	2	15,7	11	0,45	8	7,5	2
Japon	37,4	3	25,9	7	0,27	10	7,0	3
Suède	33,4	4	31,0	1	1,37	1	6,4	4
Finlande	33,3	5	29,0	3	0,70	6	10,0	1
Australie	31,3	6	21,6	9	0,52	7	2,0	10
Royaume-Uni	28,0	7	28,2	6	0,81	3	3,2	9
Suisse	27,0	8	28,5	5	1,06	2	4,0	6
Allemagne	24,0	9	30,9	2	0,73	5	4,0	7
France	23,4	10	28,7	4	0,80	4	3,8	8
Italie	10,1	11	22,9	8	0,20	11	1,2	11

Notes: 1: Italie 2002; 2: Canada 2000; 3: Canada 2000, Finlande, France et Italie 2001; 4: Royaume-Uni 1998, États-Unis 1999, Suisse 2000, Suède 2001, Canada, Australie, France et Italie 2002; autres 2003.

Source: Regards sur l'éducation 2005, Les indicateurs de l'OCDE 2005; Science, technologie et industrie : Tableau de bord de l'OCDE 2005

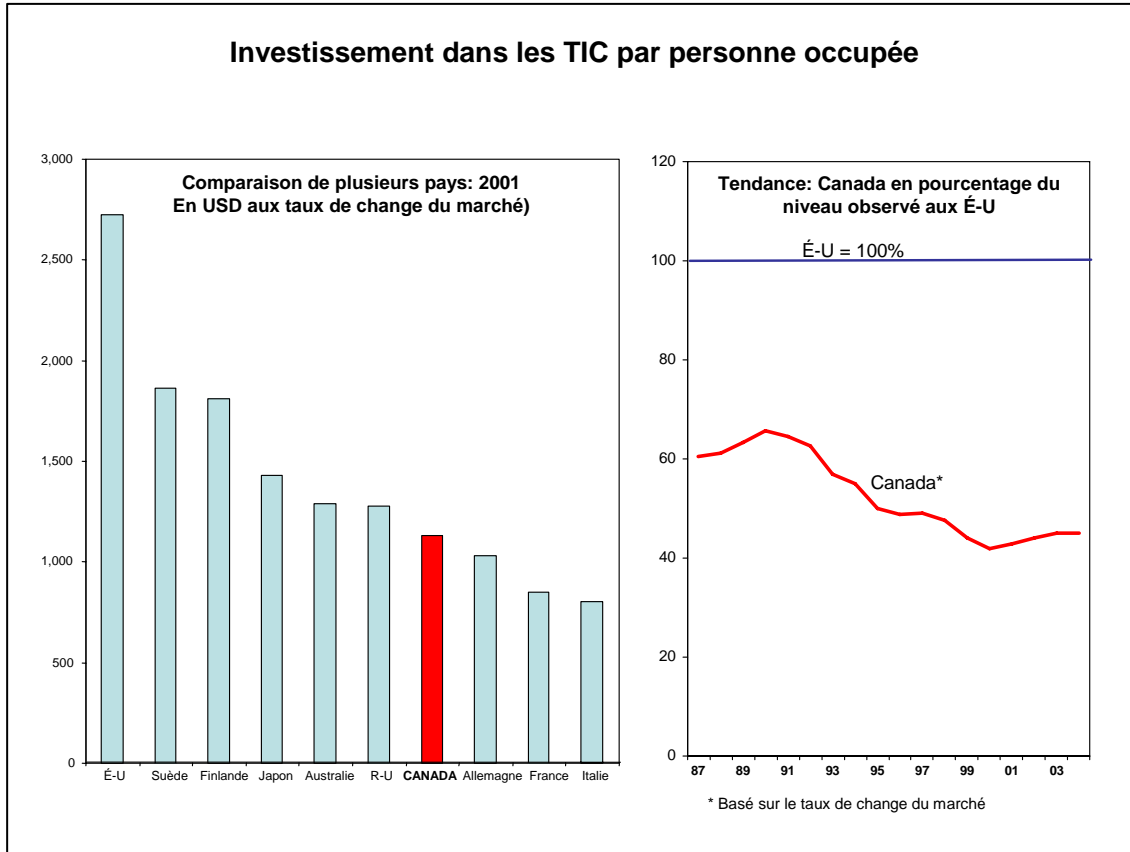
En attendant, il est raisonnable de penser que les écoles du Canada préparent la génération suivante avec les compétences de base en écriture, en lecture et en arithmétique nécessaires pour fonctionner avec efficacité. Les canadiens de 15 ans sont parmi les meilleurs participants au monde lors de tests internationaux de mathématiques, de lecture et de connaissances en science (**Encadré 6.5** du chapitre 6).

L'investissement de capital, particulièrement en machinerie et en équipement avancés (M&E) est un élément fondamental des atouts en S et T d'un pays. Cela vient du fait qu'une proportion significative de progrès technologique devient utile pour les personnes seulement lorsqu'il est transformé en équipement indispensable – p.ex., des ordinateurs et appareils d'imagerie médicale, des avions et des centrales électriques.

Les entreprises canadiennes investissent moins dans l'ensemble en M&E (en pourcentage de PIB) que la plupart de leurs homologues de l'OCDE, mais à un niveau comparable aux américains. L'investissement par travailleur en technologie de l'information et de communication (TIC) est particulièrement pertinente. Le faible niveau relatif du Canada – se situant bien derrière les États-Unis, l'Australie, la Finlande et la Suède selon les données de 2002 – mérite une mention spéciale étant donné que les TIC sont en tête des technologies structurantes de notre époque (Sharpe and Guilbaud, 2005) (**Figure 4.6**).

**Figure 4.6**

**L'investissement en technologie de l'information et de la communication par travailleur comparé aux pays sélectionnés de l'OCDE et la tendance (1987 - 2003)**



Source: Centre pour l'étude des standards de vie basée à partir des données de Statistique Canada et du US Bureau of Labour Statistics.

## Les indicateurs d'extrants

Les extrants reliés à la S et T des systèmes d'innovation nationaux sont mesurés de manière bien moins élaborée que les intrants. Les études rapportent typiquement les extrants tels que : (a) le volume et la qualité des publications scientifiques comme mesure sommaire de productivité de la recherche, (b) le taux de délivrance de brevet comme données indirectes pour l'innovation ; et, (c) le taux de création de compagnies technologiques comme une mesure sommaire de la vitalité entrepreneuriale et du potentiel de commercialisation de la recherche.

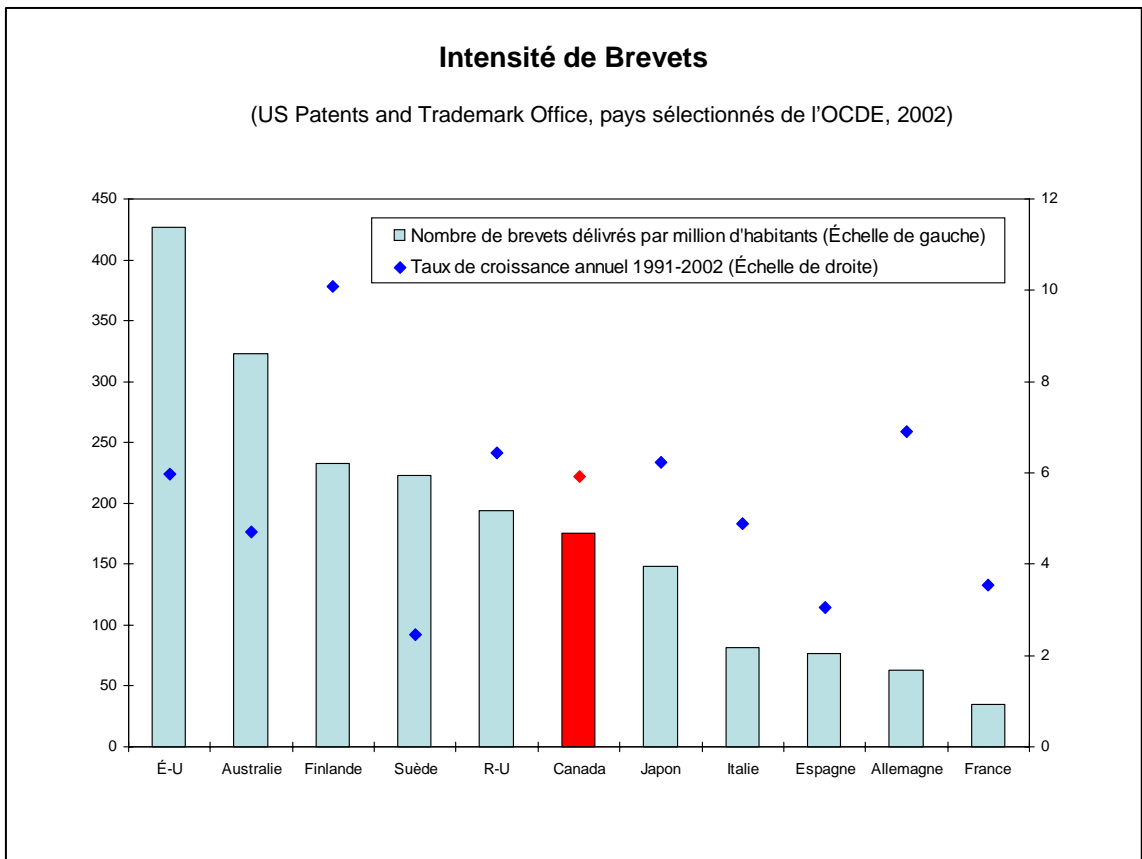
Les données bibliométriques et technométriques détaillées sont présentées dans le **Chapitre 5**. Il suffit de dire ici qu'entre 1997 et 2001 le Canada était classé sixième dans le monde en termes de publications en science et en génie, comptant pour 4,6 % du total mondial - Les États-Unis en publièrent 35 % (Archambault et Gingras, 2004). À l'intérieur du G-7, nous étions classés second après le Royaume-Uni en publications totales par

personne, et quatrième en publications par chercheur universitaire (après le Royaume-Uni, les États-Unis et l'Italie). Entre 2001 et 2004, le volume des publications du Canada a augmenté plus lentement que la moyenne mondiale - 4,7 % vs. 6,4 % globalement - alors que les extrants des économies de grande émergence ont augmenté. Le Canada se situe maintenant à la huitième place au niveau du volume total de publications, ayant cédé deux places à l'Italie et à la Chine depuis 2001 (Archambault et Gingras, 2004).

Un indicateur standard d'extrant de l'innovation industrielle, même imparfait, est *l'intensité des brevets accordés* - c.-à-d. le nombre de brevets *per capita* pour une meilleure normalisation de la comparaison entre les pays (Figure 4.7). Le Canada se place bien en dessous de la moyenne de l'OCDE, et même en industries basées sur les ressources, le nombre des brevets au Canada reste loin derrière celui des États-Unis (Industrie Canada, 2006[a]). Plus de détails se trouvent dans le Chapitre 5.

**Figure 4.7**

**Brevets accordés selon la taille de la population des pays sélectionnés de l'OCDE**



Source: Base de données des brevets, OCDE, décembre 2005

Les comparaisons internationales des dynamiques au niveau des entreprises – par exemple le taux de création des nouvelles entreprises, la proportion des entreprises déclarant innover, et la fraction des ventes dues à des produits nouveaux/améliorés – sont limitées. Basé sur les données nationales disponibles, il semble que le Canada développe un nombre anormalement élevé d'entreprises en démarrage – environ 15 % du nombre d'entreprises existantes annuellement – comparé à 10 % aux États-Unis et traditionnellement moins en Europe. En conséquence, il y a un fort 'taux de disparition' d'entreprises dans ce pays qui reflète que la croissance nette de nouvelles entreprises est très modeste ici et ailleurs (OCDE 2004 et Statistique Canada, 2003).

La densité de l'innovation – c.-à-d. la fraction des entreprises qui déclarent développer des produits et procédés nouveaux/améliorés – est mesurée par des sondages périodiques au Canada et en Europe. Elles suggèrent que les entreprises canadiennes ont comparativement une plus forte propension à innover mais ne paraissent pas, en moyenne, générer un plus fort pourcentage de ventes à partir des nouveaux produits que leurs homologues européens (Industrie Canada, 2006[a]).

Le message dans ces données d'extrait est que, d'après les standards internationaux, le Canada est fort dans la production de connaissances scientifiques (publications), relativement faible dans l'innovation commerciale tangible (brevets), et, assez dynamique dans les premières étapes de commercialisation des inventions qui s'effectuent en dehors de la recherche.

En passant des intrants de S et T, aux extrants, puis aux résultats ultimes, le lien de cause et d'effet devient progressivement plus ténu et difficile à tracer. C'est parce que plusieurs facteurs inter reliés, ajoutés à la S et T, se combinent pour produire d'importants macro-résultats comme la croissance de productivité ou la compétitivité de la haute technologie à l'exportation. Il y a également de longs et d'incertains écarts de temps entre les intrants clés – c.-à-d. les dépenses en recherche basique, ou la formation d'un docteur en bioinformatique – et l'apparition de quelques résultats escomptés tels qu'une entreprise canadienne durable, ou le traitement d'une maladie antérieurement intraitable.

D'après les standards internationaux, l'ensemble des résultats économiques du Canada continue d'être très bon, toutefois il est difficile de dire jusqu'à quel point ceci est dû à un environnement macroéconomique exceptionnellement étendu et favorable et, plus récemment, à un boom des prix des matières premières. La durabilité de ces conditions n'est pas assurée.

En attendant – comme la population du Canada vieillit et que de nouveaux concurrents émergent virtuellement dans chaque secteur – nous pouvons dire que l'innovation et la croissance de productivité que l'innovation génère, sont les seules façons sûres et durables pour le Canada de conserver en même temps la prospérité et la qualité de vie au moins similaire à ses pairs.

*Le Canada profite actuellement des avantages d'un boom des prix des matières premières. Cependant, ceci ne va pas durer éternellement. Et quand le cycle des prix de matières premières plonge, quand la démographie commence à réduire le ratio entre les personnes actives et retraités, et quand les impacts des investissements massifs en innovation de la Chine et de l'Inde se fera sentir dans le système du commerce international, le Canada va devoir faire face à une baisse de la prospérité – à moins qu'il ne commence immédiatement à orienter sa concentration et ses ressources vers la S et T. Représentant d'un gouvernement provincial\**

\*Ici, et à différents endroits dans ce rapport, nous incluons des commentaires faits par des participants à l'enquête en ligne mise en place pour cette étude.



## 5. LES ATOUTS DU CANADA EN MATIÈRE DE RECHERCHE ET D'APPLICATION TECHNOLOGIQUE

---

Dans ce chapitre, nous adoptons une approche multidimensionnelle pour évaluer les atouts du Canada en matière de recherche et d'application technologique. La documentation existante sur ce sujet est rare. Malgré un certain nombre d'études concernant des aspects particuliers – et nous y faisons appel tout au long du rapport – nous n'avons pas trouvé de source qui traite de cette question de façon détaillée et approfondie.<sup>2</sup> Par conséquent, l'analyse de ce chapitre s'appuie sur trois des quatre optiques – une enquête, des données métriques et un regard depuis l'extérieur mais particulièrement sur les deux premières.

La principale innovation du travail sous-jacent à ce rapport a été la création d'une enquête en ligne sur l'opinion d'experts au sujet de la S et T au Canada. On trouvera le questionnaire à l'**Annexe 3**. L'enquête a été menée par EKOS Research, un important cabinet de recherche sur l'opinion publique. Le Conseil a distribué le questionnaire par le biais d'un réseau de contacts dans les universités, les gouvernements, le secteur privé et les académies membres du Conseil. Les répondants ciblés étaient des responsables jugés bien informés sur la S et T au Canada, des personnes ayant des antécédents autant généraux que très spécialisés (**Figure 5.1**). Nous estimons que le lien vers le site de l'enquête a été distribué à environ 5 000 personnes dont 1 529 ont rempli le questionnaire pendant une période de trois semaines entre le 17 juillet et le 8 août 2006. Les résultats de l'enquête sont présentés dans ce chapitre et dans les deux suivants.

Les principales caractéristiques importantes de l'enquête sont les suivantes : a) il adopte une perspective holistique - il ne se limite pas à un élément particulier mais aux atouts intégrés à une discipline ou un domaine technologique en général et b) il représente les opinions des intervenants eux-mêmes en matière de S et T et pas seulement les opinions ou les interprétations du comité ou du Conseil des académies canadiennes. Le comité estime donc que les résultats de l'enquête apportent une contribution importante et crédible au tableau d'ensemble. C'est dans cette optique que nous présentons une nouvelle perspective sur les atouts du Canada en matière de S et T.

Les résultats de l'enquête sont également convaincants en raison de la taille de l'échantillon. Nous pouvons rendre compte des opinions d'une bonne partie des responsables de S et T du Canada, répartis dans tout le pays (**Figure 5.1**). Les répondants étant des gens qui possèdent une grande expérience et de vastes connaissances, il est

---

<sup>2</sup> Trois grandes sources ont été jugées pertinentes à la comparaison des atouts du Canada en matière de S et T dans le contexte mondial. Certains passages du document de Sir David King, *The Scientific Impact of Nations* (2004), sont résumés dans l'**encadré 5.2** dans la section de ce chapitre portant sur la bibliométrie. Le rapport du Conference Board, *The World and Canada – Trends Reshaping Our Future*, contient un grand nombre d'indicateurs de rendement utiles mais ne traite pas, sauf de façon accessoire, de la question spécifique aux atouts du Canada en matière de S et T. Finalement, le travail de l'OCDE contient un grand nombre d'informations intéressantes auxquelles nous faisons appel ailleurs dans le rapport, mais cela ne comprend pas d'évaluation particulière des atouts du Canada en matière de S et T.

raisonnable de supposer que leurs perceptions tiennent compte de multiples facteurs et dimensions – le genre d’interdépendance complexe qui ne ressort pas des indicateurs quantitatifs plus précisément définis. Mais toutes ces personnes, les experts y compris, ont aussi des préjugés et des œillères. Il nous fallait donc une base d’opinions suffisamment importante et diversifiée pour pouvoir utiliser des agrégations statistiques et rendre compte de la « sagesse de la foule » (**Encadré 5.1**).

**Figure 5.1 (a)**

**Nombre de répondants à l'enquête par affiliation**

Affiliation	Répondants	
	Nombre	Pourcentage
<b>Académies</b>		
• Membre de l'Académie des arts et des lettres	54	3,5
• Membre de l'Académie des sciences sociales	55	3,5
• Membre de l'Académie des sciences	256	16,0
• Membre de l'Académie du génie	61	4,0
• Membre de l'Académie des sciences de la santé	84	5,5
<b>Universités</b>		
• Administrateur d'université ou de collège (Président, v-p à la recherche)	95	6,2
• Chaires de recherche du Canada	311	20,3
• Réseaux des centres d'excellence	160	10,5
• Membre de programme de l'institut canadien de recherches avancées	49	3,2
• Autre faculté d'une université ou d'un collège	547	35,9
<b>Entreprise</b>		
• Employé de haut niveau d'une entreprise		
- Petite entreprise (moins de 20 employés à temps plein)	61	4,0
- Moyenne entreprise (20-99 employés)	22	1,4
- Moyenne à grande entreprise (100-500 employés)	22	1,4
- Grande entreprise (plus de 500 employés)	65	4,3
• Représentant de haut niveau d'une association liée à l'industrie	27	1,8
• Récipiendaire de financement pour le développement de technologie <sup>(1)</sup>	137	9,0
• Agent de PARI ou de Partenariat technologique Canada <sup>(1)</sup>	102	6,7
<b>Gouvernement</b>		
• Personnel de direction au gouvernement fédéral	75	4,9
• Représentant d'un gouvernement provincial	27	1,8
• Autre employé fédéral ou affilié	96	6,3
• Membre d'un conseil d'administration ou d'un organisme consultatif	124	8,1
<b>Autre</b>		
• Représentant de haut niveau d'un groupe de réflexion	18	1,2
• Membre de la communauté de développement international	38	2,5
• Membre d'une organisation non gouvernementale liée à la S et T	76	5,0
• Shad Valley Alumnus	73	4,8
• Autre	132	8,6
• Pas de réponse	35	2,3
<b>Total:</b>	<b>1 529<sup>(2)</sup></b>	<b>N/A</b>

<sup>1</sup> Aux fins du calcul par affiliation, nous avons inclus dans la catégorie « Entreprise » les fonctionnaires qui aident directement des entreprises du secteur privé. Nous avons également inclus ceux (dont certains se trouvent dans les universités) qui reçoivent un financement gouvernemental pour développer une technologie susceptible d'avoir des applications commerciales.

<sup>2</sup> À noter que la somme des affiliations des répondants dépasse le nombre de ces derniers du fait que bon nombre d'entre eux ont de multiples affiliations.

## Figure 5.1(b)

### Distribution des répondants à l'enquête par région

Province ou région	Distribution	
	% de la population	% des répondants
Colombie-Britannique	13,2	12
Alberta	10,1	10
Saskatchewan	3,1	2
Manitoba	3,7	3
Ontario	38,9	44
Québec	23,6	20
Nouvelle-Écosse	2,9	4
Nouveau-Brunswick	2,3	2
Île-du-Prince-Édouard	0,4	*
Terre-Neuve et Labrador	1,6	1
Yukon	0,1	*
Territoires du Nord Ouest	0,1	*
Nunavut	0,1	*
Canada Total %	100	100
Canada Total (Nombre)	32,3 millions	1 439
Extérieur du Canada (Nombre)		69
Pas de réponse (Nombre)		21
<b>Nombre total</b>	<b>32,3 millions</b>	<b>1 529</b>

\* 7 réponses proviennent de l'Île du-P-E, 4 du Yukon, rien des Territoires du Nord Ouest, et 1 de Nunavut.

## Figure 5.1(c)

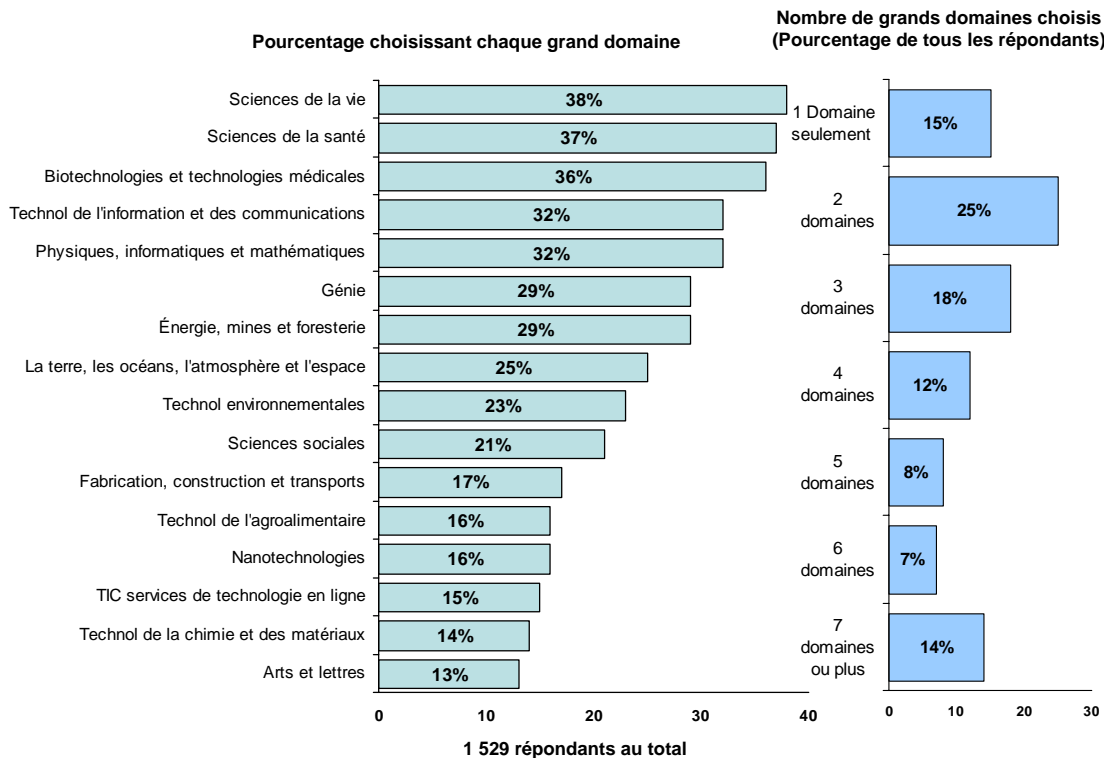
### Répartition des répondants selon l'âge

	Nombre	Pourcentage
Moins de 35 ans	146	9,6
35 à 44 ans	226	14,8
45 à 54 ans	467	30,5
55 ans ou plus	665	43,5
Pas d'âge indiqué	25	1,6
Total	1 529	100

## Encadré 5.1

### Quelques éléments statistiques de l'enquête

Nous résumons plusieurs éléments importants de l'enquête, à commencer par le pourcentage des 1 529 répondants qui ont choisi les diverses « portes d'entrée » vers les grands domaines de recherche et de technologie (**Annexe 3**).



- 40 % des répondants n'ont donné de notes que dans un ou deux des 16 grands domaines. Les répondants plus jeunes ont eu tendance à noter un plus grand nombre de domaines de même que ceux appartenant aux gouvernements et aux entreprises. Les universitaires de plus de 55 ans ont eu tendance à être plus « spécialisés ».
- Les grands domaines ont été divisés en 197 sous-secteurs. Le nombre des réponses dans les sous-secteurs sont allés d'un peu moins de 100 à un maximum de 474 (génétique, génomique et protéomique). Le chiffre médian se situe à 220.
- Les notes sur l'échelle de 7 points, une fois accumulés pour les 197 sous-secteurs, étaient réparties comme suit : 7 (6 %), 6 (20 %), 5 (28 %), 4 (28 %), 3 (12 %), 2 (4 %) et 1 (1 %). La moyenne pondérée était de 4,64, c'est-à-dire plus élevée que le point médian de l'échelle à 7 points.
- Tout au long de l'enquête, EKOS a présenté des résultats provisoires, d'abord 672 réponses puis 1 081 et finalement 1 529. Le classement des sous-secteurs a très peu changé entre 672 à 1 081 réponses et pratiquement pas entre 1 081 réponses et la fin de l'enquête. (Il en est de même pour les autres questions qui sont traitées dans les chapitres suivants). Il est donc très peu probable qu'un plus grand échantillon aurait modifié les tendances des réponses, bien qu'il aurait sans doute permis des recoupements plus fiables des réponses dans les divers sous-secteurs.

## Les perspectives issues de l'enquête sur les atouts du Canada en matière de S et T

On a demandé aux répondants de classer la position du Canada dans 16 grands domaines – sept étant essentiellement des domaines de recherche et neuf des applications technologiques – chacun étant divisé en sous-secteurs plus spécifiques, soit 197 en tout (**Annexe 3**)<sup>3</sup>.

Les **Figures 5.2(a)** et **(b)** montrent la moyenne des principaux résultats concernant les sous-secteurs dans chacun des 16 principaux domaines étudiés. On a demandé aux répondants de donner leur opinion éclairée sur les atouts du Canada dans un domaine particulier – par exemple la géologie, la physique de la matière condensée, la technologie des pâtes et papier – par rapport à d'autres pays économiquement avancés, sur une échelle de sept points (7 étant la note la plus élevée). Dans la **Figure 5.2(a)**, les notes de 7, 6 et 5 correspondent à « fort » et les notes de 1, 2 ou 3 correspondent à « faible ». On constate que le sous-secteur de l'énergie, mines et foresterie a un classement « fort » d'une moyenne de 71 %, alors que la technologie de la fabrication et de la construction se situe à l'autre extrémité de l'échelle avec un classement fort de seulement 37 %. Les autres grands domaines de recherche et de technologie se situent plus ou moins uniformément entre ces deux extrêmes.

La **Figure 5.2(b)** est une approximation de la tendance générale perçue dans chaque grand domaine. Les barres représentent le pourcentage moyen des répondants qui ont estimé que les sous-secteurs de chaque grand domaine ont gagné du terrain en général, ont perdu du terrain ou sont restés stables. (Les sous-secteurs affichent un large éventail de tendances comme il sera expliqué plus loin.) À ce niveau d'agrégation, on constate que la perception de croissance la plus optimiste correspond au domaine des nanotechnologies, puisque presque 50 % des répondants croyaient que le Canada a gagné du terrain en général, suivi par les technologies des services assistés par les TIC (40 %). Bien entendu, de nombreux répondants estiment quant à eux que nous perdons du terrain, c'est donc la différence entre la proportion des optimistes et des pessimistes qui est le meilleur indicateur de la tendance nette perçue.

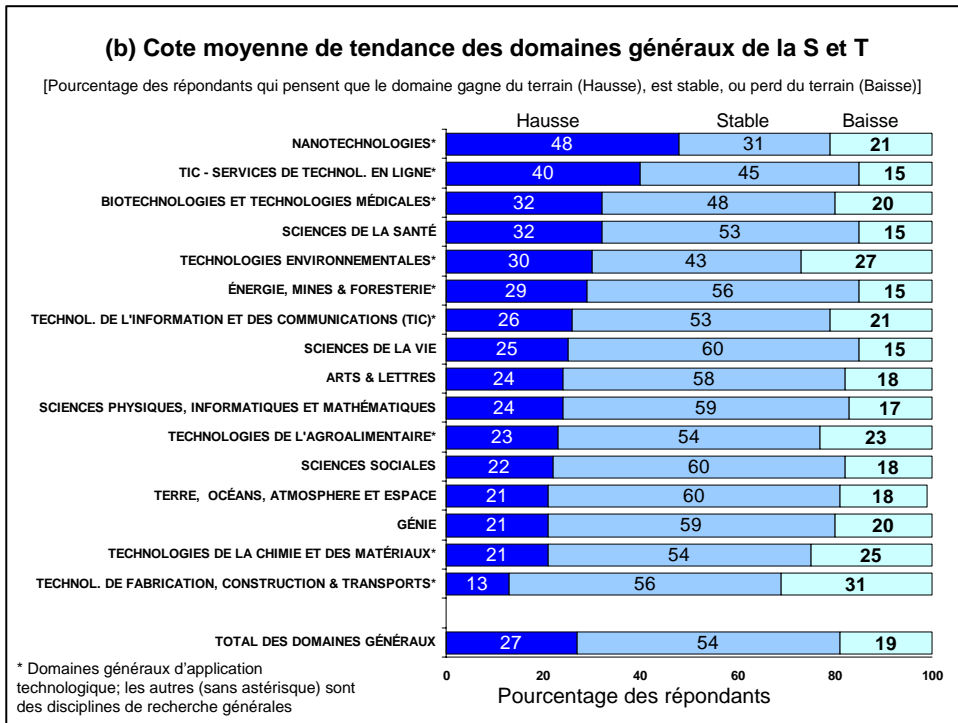
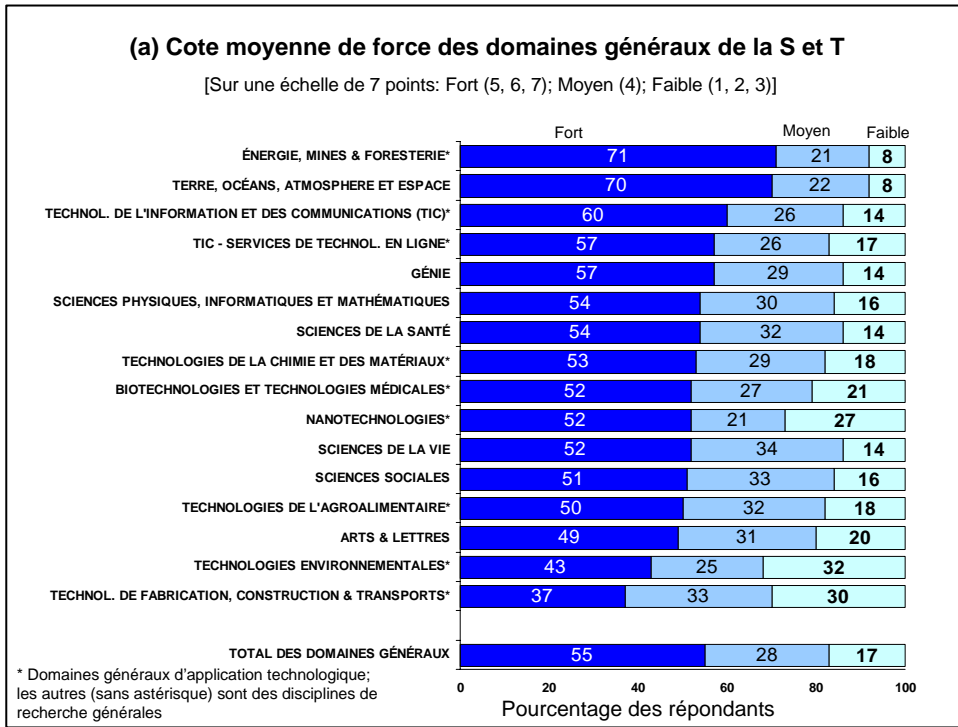
Au niveau d'agrégation de la **Figure 5.2**, les résultats sont d'une valeur limitée du fait que chaque grand domaine comprend une multitude de sous-secteurs dont la situation peut être très différente de celle de la moyenne du secteur. Les résultats de l'enquête pour les 197 sous-secteurs sont présentés à l'**Annexe 4** sous forme de tableau et résumés sous forme de graphique dans une suite de tableaux intitulés « Forces et tendances » plus loin dans ce chapitre (**Figure 5.15**).

---

<sup>3</sup> On a demandé aux répondants de classer seulement les domaines sur lesquels ils avaient une opinion éclairée. On ne leur a pas demandé de préciser leurs propres domaines de spécialisation, mais seulement d'indiquer leur affiliation (**Figure 5.1**).

**Figure 5.2**

**Classement moyen des atouts et des tendances dans les grands domaines de S et T**



La **Figure 5.3** contient les résultats de base de l'enquête et présente le classement par tous les répondants aux 50 sous-secteurs de la recherche et des applications technologiques qui ont reçu les notes les plus élevées – le classement est défini comme la moyenne pondérée, ou valeur moyenne, des notes des répondants sur l'échelle de 7 points. Les sous-secteurs dans ce tableau sont indiqués par ordre décroissant de force, toutefois, on ne devrait pas tenir compte des différences minimales. Chaque ligne du tableau comprend également le pourcentage de ceux qui croient que le sous-secteur en question est fort (5, 6 et 7) ou faible (1, 2 et 3), ainsi que le pourcentage de ceux qui croient qu'il gagne du terrain en général (hausse) et également ceux qui croient qu'il perd du terrain (baisse). La dernière colonne indique les quatre grappes qui ressortent du classement comme des macros domaines de force canadienne. Ce sont :

- Les sciences et les technologies liées aux *ressources naturelles*
- *Les technologies de l'information et des communications* et domaines de recherche scientifique liés directement à ces technologies
- *Les sciences et les technologies de la santé et sciences de la vie connexes*
- *Les sciences et les technologies environnementales.*

**Figure 5.3**

**50 premiers sous-secteurs par ordre de force** (moyenne pondérée du classement sur 7 points)

\* Les sous-secteurs indiqués par un astérisque sont des sous-secteurs d'application technologique. Les autres sont des sous-secteurs de recherche. Les champs grisés représentent ceux qui sont dans la première cinquantaine classés par la cote de tendance nette à la hausse c.-à-d., "hausse moins baisse"

	Sous-secteurs	Nombre de répondants	Moyenne <sup>1</sup>	Pourcentage de répondants			Grappe	
				Fort <sup>2</sup>	Faible <sup>3</sup>	Hausse <sup>4</sup>		Baisse <sup>5</sup>
1	Sables bitumineux et production connexe*	316	6,41	97	1	77	2	Ressources naturelles
2	Exploration/extraction conventio. pétrole/gaz*	305	5,66	84	1	43	3	Ressources naturelles
3	Énergie hydroélectrique*	291	5,56	79	2	22	9	Ressources naturelles
4	Production de ressources climat froid*	254	5,48	86	5	36	9	Ressources naturelles
5	Géologie	234	5,44	81	4	21	18	Ressources naturelles
6	Exploration minière*	249	5,35	77	3	24	8	Ressources naturelles
7	Extraction minière et procédés primaires*	237	5,34	77	3	23	10	Ressources naturelles
8	Production d'aluminium*	120	5,34	76	3	34	12	Ressources naturelles
9	Géographie physique, télédétection	247	5,32	80	4	30	14	Ressources nat/Envir
10	Génie pétrole & science polymères	244	5,24	78	7	46	9	Ressources naturelles
11	Génétique (médicale)	381	5,24	75	6	42	10	Santé & connexe
12	Géochimie et géochronologie	170	5,23	74	5	21	16	Ressources nat/Envir
13	Génie minier & procédés des minéraux	218	5,22	78	4	30	12	Ressources naturelles
14	Pétrole et gaz offshore*	287	5,21	74	6	35	8	Ressources naturelles
15	Génie - réseaux et communications	233	5,20	76	7	27	19	TIC
16	Nouveau/multi-média; Animation et jeux*	169	5,19	77	10	59	8	TIC
17	Géophysique et sismologie	198	5,19	71	8	20	14	Ressources naturelles
18	Génétique, génomique et protéomique	474	5,18	74	9	51	12	
19	Hydrologie	208	5,17	75	4	25	14	Environnement
20	Équipement de télécommunications*	313	5,17	75	9	25	32	TIC
21	Réseaux à large bande*	302	5,16	71	8	31	16	TIC
22	Océanographie	241	5,15	73	7	25	27	Environnement
23	Recherche sur le cancer	441	5,14	73	6	44	9	Santé & connexe

	Sous-secteurs	Nombre de répondants	Moyenne <sup>1</sup>	Pourcentage de répondants				Grappe
				Fort <sup>2</sup>	Faible <sup>3</sup>	Hausse <sup>4</sup>	Baisse <sup>5</sup>	
24	Pipelines*	260	5,12	68	4	22	4	Ressources naturelles
25	Sciences du climat	265	5,11	72	7	26	19	Environnement
26	Réseaux sans fil*	330	5,09	72	11	38	16	TIC
27	Construc. climat froid*	217	5,08	75	11	28	11	
28	Phys. - optique; laser	188	5,05	68	11	38	13	TIC
29	Astron., astrophysique, cosmologie	207	5,05	67	12	25	13	
30	Neurobiologie / Neurosciences	331	5,02	67	11	39	14	Santé & connexe
31	Informatique - dév. de programmes et théorie	258	5,00	68	9	27	16	TIC
32	Services de télécomm. *	277	5,00	68	10	25	18	TIC
33	Aéro. produits/pièces*	184	4,98	66	11	22	20	
34	Distribution de l'électricité *	246	4,96	64	11	19	18	
35	Génie forestier	208	4,95	67	11	23	18	Ressources naturelles
36	Technol. génomiques et protéomiques*	408	4,94	67	12	46	15	Santé & connexe
37	Santé circ./respiratoire	337	4,93	63	6	27	10	Santé & connexe
38	Maladies infectieuses et immunitaires	384	4,91	65	10	43	13	Santé & connexe
39	IA, robotique	262	4,91	64	15	31	18	TIC
40	Génie électron/photon	240	4,90	64	11	27	17	TIC
41	Météorologie	208	4,90	58	5	12	12	Environnement
42	Arts visuels et créatifs	126	4,89	67	16	49	12	
43	Neurosciences, santé mentale, toxicomanie	340	4,89	64	12	36	14	Santé & connexe
44	Informatique quantique	167	4,89	60	17	51	12	TIC
45	Génie électrique	231	4,89	58	9	17	20	
46	Systèmes satellites*	270	4,88	62	14	23	20	TIC
47	Pile à combustible & hydrogène*	241	4,87	65	18	32	24	Environnement
48	Géographie; urbanisme & planification envir.	165	4,85	67	13	31	21	Environnement
49	Bases de données, systèmes informatiques	234	4,85	63	12	27	13	TIC
50	Pâtes et papiers*	129	4,85	61	12	10	36	Ressources naturelles

<sup>1</sup> Moyenne = Moyenne pondérée sur l'échelle de 7 points

<sup>2</sup> Fort = Pourcentage des répondants à l'enquête qui ont évalué le sous-secteur "Fort" (cote 5, 6, 7)

<sup>3</sup> Faible = Pourcentage qui ont évalué le sous-secteur "Faible" (évaluation 1, 2, 3)

<sup>4</sup> Hausse = Pourcentage qui ont évalué le sous-secteur "Gagnant du terrain"

<sup>5</sup> Baisse = Pourcentage qui ont évalué le sous-secteur "Perdant du terrain"

Sur les 50 premiers sous-secteurs classés par force, tous sauf six (**Figure 5.4**) appartiennent à une des quatre grappes. Et parmi ceux-là, la construction en climat froid et la distribution d'électricité sont étroitement liés aux ressources naturelles et aux technologies de l'environnement au Canada, alors que les arts visuels et créatifs sont de plus en plus associés aux médias numériques et donc indirectement aux TIC.

## Figure 5.4

“Autre” sous-secteurs classés parmi les 50 premiers

Sous-secteurs	Moyenne	Pourcentage des répondants			
		Fort	Faible	Hausse	Baisse
Construction en climat froid	5,08	75	11	28	11
Astronomie, astrophysique, cosmologie	5,05	67	12	25	13
Aérospatial – produits et pièces	4,98	66	11	22	20
Distribution de l'électricité	4,96	64	11	19	18
Arts visuels et créatifs	4,89	67	16	49	12
Génie électrique	4,89	58	9	17	20

On pourrait s'attendre à ce que les 50 premiers sous-secteurs rendent compte des perspectives et des préjugés des sous-groupes de répondants. Nous avons donc analysé toutes les réponses en fonction de l'affiliation qu'ils ont indiquée : (1) ceux affiliés aux universités (faculté ou administration), (2) les entreprises (directement en tant qu'employés ou par exemple comme agents de terrain du Programme d'aide à la recherche industrielle du CNRC) et (3) ceux affiliés aux gouvernement fédéral ou provinciaux.

La **Figure 5.5** montre que la structure regroupée des 50 premiers domaines est remarquablement uniforme parmi les trois grandes affiliations. Alors que les principaux sous-secteurs étaient bien entendu différents pour chaque affiliation, la représentation fondamentale des quatre grappes – ressources naturelles, TIC, santé et sciences de la vie connexes et S et T environnementales – a été conservée. Par exemple, les 50 premiers sous-secteurs pour les répondants provenant des entreprises comprenaient plusieurs sous-secteurs qui n'étaient pas compris dans les 50 premiers en général et vice-versa (**Figure 5.6**). On peut établir les mêmes listes d'inclusion et d'exclusion pour d'autres affiliations, mais sans changer la tendance globale de la force des quatre grappes.

**Figure 5.5**

**Distribution des 50 premiers sous-secteurs par grappe** (Nombre de sous-secteurs dans les 50 premiers)

Grappes	Tous	Affiliation des répondants		
		Université	Entreprise	Gouvernement
Ressources naturelles	16	16	17	16
TIC	13	12	12	12
Santé et connexe	8	9	5	7
Environnementale	7	6	7	6
Autre	6	7	9	9
<b>TOTAL</b>	<b>50</b>	<b>50</b>	<b>50</b>	<b>50</b>

**Figure 5.6**

**Comparaison des 50 premiers sous-secteurs - répondants affiliés aux entreprises par rapport à l'ensemble des répondants**

Par rapport aux 50 premiers de l'échantillon au complet, les 50 premiers choisis par les entreprises:

Ont exclus:	Classement de forces		Ont inclus:	Classement de forces	
	Entreprises	Tous		Entreprises	Tous
• Astronomie, astrophysique, cosmologie	4,59	5,05	• Technologies liées à la sécurité alimentaire*	5,13	4,80
• Neurobiol./Neurosciences	4,78	5,02	• Dév. de programmes*	4,91	4,82
• Aéro. - produits et pièces*	4,69	4,98	• Affinage hydrocarbures*	4,88	4,77
• Technologies génomiques et protéomiques*	4,78	4,94	• Biblioéconomie & archivistique	4,87	4,83
• Maladies infectieuses et immunitaires	4,70	4,91	• Génie des systèmes des TIC*	4,85	4,72
• Intelligence artificielle, robotique	4,78	4,91	• Génie de l'environnement	4,82	4,75
• Météorologie	4,71	4,90	• Génie biomédical	4,82	4,69
• Informatique quantique	4,36	4,89	• Récolte bois d'oeuvre*	4,81 <sup>(1)</sup>	4,84
• Neurosciences, santé mentale, toxicomanie	4,75	4,89	• Construction de bâtiments*	4,81	4,80
• Systèmes et services satellites*	4,76	4,88	• Technologies pour l'eau propre*	4,80	4,66
• Pâtes et papiers*	4,78	4,85	• Énergie nucléaire*	4,80 <sup>(1)</sup>	4,81
• Géographie; urbanisme & planification environn.	4,44	4,85	• Génie civil	4,79	4,77

\* Sous-secteurs d'applications technologiques; les autres (sans astérisque) sont des sous secteurs de recherché scientifique.

<sup>1</sup> La cote de force établie par les répondants venant des entreprises a chuté beaucoup plus nettement que la moyenne de l'ensemble des répondants. Par conséquent, un domaine pouvait se trouver dans les 50 premiers pour les répondants des entreprises mais non dans les 50 premiers de l'échantillon au complet, tout en ayant reçu une note inférieure des participants venant des entreprises.

Une autre importante perspective du classement global est indiquée dans la **Figure 5.7** qui comprend les 21 sous-secteurs qui sont à la fois parmi les 50 premiers classés par force et parmi les 50 premiers classés par tendance nette à la hausse. Selon les répondants, ce sont des « gagnants sur les deux tableaux » – c’est-à-dire des domaines dans lesquels le Canada est déjà perçu comme ayant une force considérable mais dont on estime aussi que les perspectives s’améliorent nettement.

**Figure 5.7**

**Sous-secteurs de grande force et de forte tendance nette** (par ordre décroissant de classement « hausse » moins « baisse »)

	Sous-secteurs	Pourcentage des répondants			Moyenne	Grappe
		Hausse - Baisse	Hausse	Baisse		
1	Sables bitumineux et connexes*	75	77	2	6,41	Ressources naturelles
2	Nouveau média; Multimédia; Animation et jeux*	51	59	8	5,19	TIC
3	Exploration et extraction conventionnelle pétrole / gaz*	40	43	3	5,66	Ressources naturelles
4	Génétique, génomique et protéomique	39	51	12	5,18	Santé et sc. connexes
5	Informatique quantique	39	51	12	4,89	TIC
6	Génie pétrole & sci polymères	37	46	9	5,24	Ressources naturelles
7	Arts visuels et créatifs	37	49	12	4,89	
8	Recherche cancer	36	44	8	5,14	Santé et sc. connexes
9	Génétique (médicale)	32	42	10	5,24	Santé et sc. connexes
10	Technologies génomiques et protéomiques*	31	46	15	4,94	Santé et sc. connexes
11	Maladies infectieuses et immunitaires	30	43	13	4,91	Santé et sc. connexes
12	Production ressources climat froid*	27	36	9	5,48	Ressources naturelles
13	Pétrole et gaz offshore*	27	35	8	5,21	Ressources naturelles
14	Physique - optique; laser	25	38	13	5,05	TIC
15	Neurobiologie/neurosciences	25	39	14	5,02	Santé et sc. connexes
16	Production d'aluminium*	22	34	12	5,34	Ressources naturelles
17	Réseaux sans fil*	22	38	16	5,09	TIC
18	Neuroscience, santé mentale, toxicomanie	22	36	14	4,89	Santé et sc. connexes
19	Exploration minière*	18	30	12	5,22	Ressources naturelles
20	Pipelines*	18	22	4	5,12	Ressources naturelles
21	Construction en climat froid*	17	28	11	5,08	

\* Les sous-secteurs des applications technologiques; autres (sans astérisque) sont les sous-secteurs de recherche scientifique

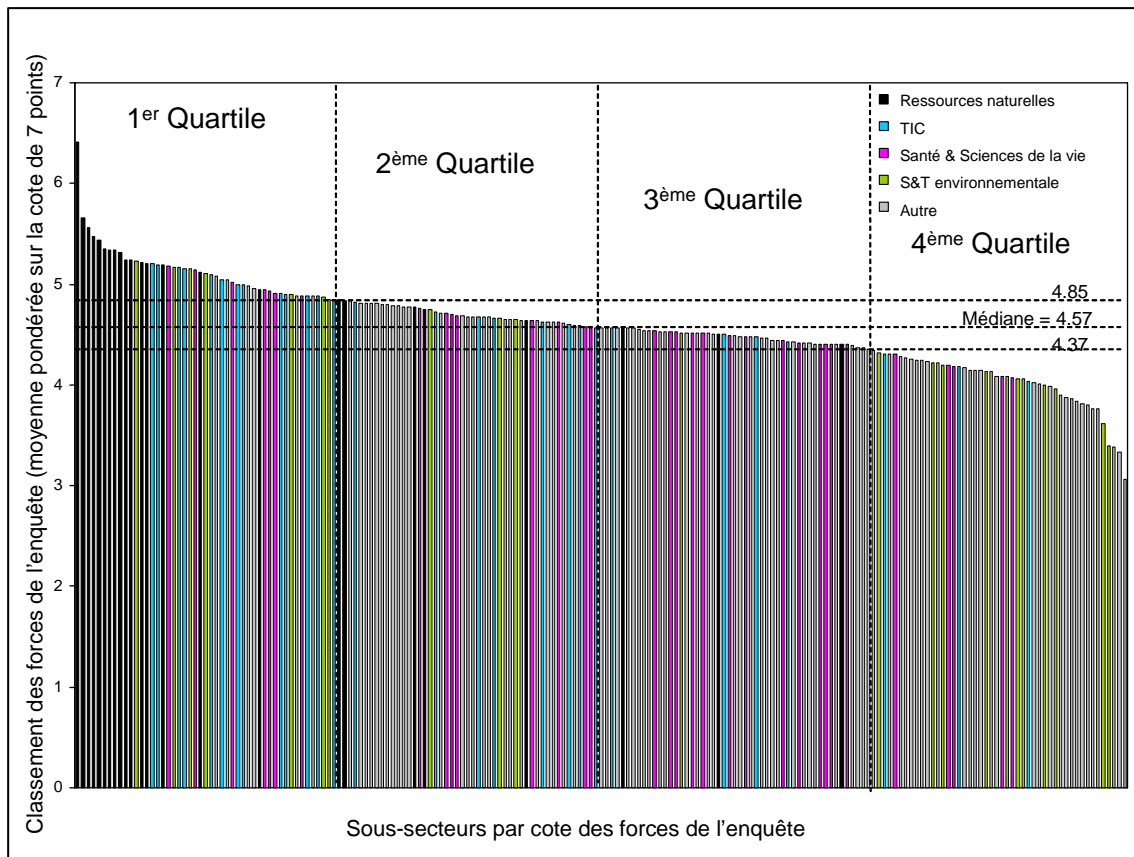
Malgré la présentation des sous-secteurs par ordre de force ou de tendance nette dans les tableaux, le comité insiste sur le fait que l’ordre de classement précis n’a pas de véritable importance du fait que les différences de classement relativement petites ne sont pas

significatives. Cela s'explique à la fois par la variabilité statistique normale et par la nature qualitative des jugements que l'on a demandé aux répondants de porter.

Il est extrêmement important également de se rappeler la répartition globale des classements de force des 197 sous-secteurs. La **Figure 5.8** montre que la répartition est relativement prononcée à chaque extrémité – c'est-à-dire que la note descend rapidement dans les premier et quatrième quartiles, mais reste relativement stable au milieu. Pour être plus précis, la moitié de l'ensemble des sous-secteurs obtient des notes qui se situent entre 4,35 et 4,85 – un écart de seulement 0,5 pour les 100 sous-secteurs classés entre la 50<sup>ème</sup> et la 150<sup>ème</sup> – alors que pour les 50 premiers, les notes vont de 6,41 à 4,85 et pour les 50 derniers de 4,35 à 3,06.

**Figure 5.8**

**Échantillon complet des sous secteurs par classement des forces**



On peut tirer deux conclusions importantes de ces observations :

- Les utilisateurs de ce rapport auraient tort d'interpréter l'ensemble des sous-secteurs présentés dans l'ordre de classement (par exemple à l'**Annexe 4**) comme un modèle et de conclure par exemple que le sous-secteur A au rang 73 (dans ce cas chimie des polymères ayant une cote de 4,69) est plus fort que le sous-secteur B au rang 87 (dans ce cas, biochimie ayant une cote de 4,64). Les résultats de l'enquête ne peuvent pas conduire à ce genre de conclusion à ce niveau de précision.
- Bien que l'enquête ait montré des domaines clairs de grande force et de relative faiblesse du Canada – comme on le voit bien à la **Figure 5.8** – la majorité des sous-secteurs de S et T au Canada se situe dans la moyenne. Il s'agit notamment de nombreux domaines de recherche et de domaines d'application technologique dans lesquels le Canada n'est pas considéré comme étant de classe mondiale. Ces sciences et domaines technologiques qui sont développées à l'étranger doivent nécessairement être adaptées et intégrées au Canada. Par définition, tout le monde ne peut pas se retrouver au sommet bien que tous puissent aspirer s'y trouver. Le résultat de cette aspiration est de maintenir une pression afin d'améliorer continuellement le rendement et d'assurer par là que les capacités du Canada en S et T sont, dans l'ensemble, concurrentielles sur le plan mondial.

## Composition des quatre grappes de force

### Ressources naturelles

Un secteur particulièrement important pour le Canada est le lien entre les sciences naturelles et sociales sur les problèmes environnementaux et des ressources naturelles. Les problèmes entourant les espèces menacées, l'utilisation de la terre, la qualité de l'air et de l'eau, le changement climatique et les peuples autochtones, requièrent tous une forte intégration entre les sciences naturelles et les sciences sociales. Comme les institutions canadiennes couvrant les ressources naturelles et l'environnement sont quelque peu uniques – il y a un besoin de la recherche canadienne sur ces sujets. *Chaire de recherche du Canada*

Les sous-secteurs qui composent la grappe des *ressources naturelles* sont résumés à la **Figure 5.9**. Rien de surprenant à ce que les ressources naturelles ressortent comme la catégorie la plus forte. Les activités fondées sur les ressources naturelles contribuent à environ 13 % du PIB du Canada, assurent un emploi direct à environ 1 million de personnes et représentent près de 150 milliards de dollars d'exportations annuelle (RNCAN, 2006). Les notes exceptionnellement élevées attribuées à de nombreuses technologies dans cette grappe confirment que l'application de la technologie à la plupart des éléments du secteur des ressources naturelles canadien est considérée comme de classe mondiale. Et même si toutes les technologies ne sont pas développées au Canada, les sciences qui soutiennent le secteur des ressources sont généralement solides et élèvent ce domaine en général au niveau mondial.

Au vu des données détaillées de la **Figure 5.9**, le comité se contente de reconnaître que les résultats de l'enquête sont suffisamment parlants. Ni le temps ni l'expertise interne nous a

permis l'interprétation approfondie que les résultats détaillés sur les sous-secteurs exigent. Nous nous contenterons d'indiquer les éléments qui selon nous méritent une attention particulière et nous laisserons aux utilisateurs de notre rapport le soin d'en faire une interprétation plus complète. C'est dans cet esprit que nous présentons les observations suivantes :

- Les sables bitumineux et la production connexe ont reçu de loin la note la plus élevée (tant pour la force que pour la tendance) de tous les autres éléments de l'enquête. Et bien que le Canada soit pratiquement seul dans sa catégorie dans cette technologie, il existe encore des difficultés à surmonter pour trouver des méthodes d'extraction plus efficaces, plus rentables et plus écologiques – en bref, les efforts de S et T continueront d'être encore nécessaires.
- Les réponses à l'enquête ont fait ressortir des faiblesses dans plusieurs domaines, en particulier dans les technologies liées aux forêts – par exemple, les scieries, les méthodes de conservation, les pâtes et papier et même les technologies de récolte du bois (pour lesquelles une majorité des répondants ont considéré que le Canada perdait du terrain). Ces faiblesses valent la peine d'être notées compte tenu de la grande importance économique du secteur forestier.

**Figure 5.9****Grappe des ressources naturelles**

	Moyenne	Pourcentage des répondants			
		Fort	Faible	Hausse	Baisse
<b>Sous-secteurs - Recherche scientifique</b>					
Géologie	5,44	81	4	21	18
Géographie physique, télédétection	5,32	80	4	30	14
Génie pétrole & science des polymères	5,24	78	7	46	9
Géochimie et géochronologie	5,23	74	5	21	16
Génie minier & procédés des minéraux	5,22	78	4	30	12
Géophysique et séismologie	5,19	71	8	20	14
Génie forestier	4,95	67	11	23	18
Science du sol	4,81	58	8	8	15
<b>Sous-secteurs - Application Technologique</b>					
Sables bitumineux et production connexe	6,41	97	1	77	2
Exploration/extraction convent. pétrole/gaz	5,66	84	1	43	3
Énergie hydroélectrique	5,56	79	2	22	9
Production de ressources climat froid	5,48	86	5	36	9
Exploration minière	5,35	77	3	24	8
Extraction minière et procédés primaires	5,34	77	3	23	10
Production d'aluminium	5,34	76	3	34	12
Pétrole et gaz offshore	5,21	74	6	35	8
Pipelines	5,12	68	4	22	4
Pâtes et papiers	4,85	61	12	10	36
Récolte du bois d'oeuvre	4,84	64	15	14	22
Affinage des hydrocarbures	4,77	53	9	18	11
Autres hydrocarbures non conventionnels	4,75	62	17	39	18
Conservation forestière (technol./méthodes)	4,64	58	19	24	34
Scieries et activités de première transform.	4,56	49	16	11	26
Récolte du poisson & technol. des procédés	4,50	52	20	14	31
Produits métallurgiques	4,41	43	18	15	27
Hydrocarbures propres	4,13	44	36	33	34

**Technologies de l'information et des communications**

Initialement, c'est l'immensité du Canada qui a été à l'origine des innovations en communication qui ont conduit à des progrès d'avant-garde en matière de satellite de communication et de technologie de télécommunication numérique. À mesure que l'industrie des télécommunications s'est développée dans le monde, la création de ce qui allait devenir Nortel, dans le cadre de « Bell System » en Amérique du Nord, a donné au Canada une force exceptionnelle dans les domaines de la fabrication d'équipement de télécommunication et de la recherche. Le Canada a conservé cette force après la fusion des télécommunications avec l'industrie informatique, qui a ouvert la voie à de nouvelles compétences en TIC et contribué à la capacité continue du Canada dans ce domaine.

Les répondants ont identifié de fortes disciplines scientifiques à l'appui de cette tradition technologique, c'est-à-dire la physique optique et du laser et le génie électronique et photonique (**Figure 5.10**). Cette force continue du Canada a donné lieu à des applications

assistées par les TIC, notamment dans les nouveaux médias et dans une moindre mesure les nouveaux services électroniques (santé, gouvernement et apprentissage) dans lesquels on voit un potentiel considérable, bien qu'encore relativement sous-développés au Canada. Ces domaines pourraient largement bénéficier de l'excellente infrastructure de réseaux à large bande du pays.

## Figure 5.10

### La grappe des TIC

	Moyenne	Pourcentage des répondants			
		Fort	Faible	Hausse	Baisse
<b>Sous-secteurs – Recherche scientifique</b>					
Génie – Réseaux et communications	5,20	76	7	27	19
Physique – Optique, laser	5,05	68	11	38	13
Développement de programmes et théorie	5,00	68	9	27	16
Intelligence artificielle, robotiques	4,91	64	15	31	18
Génie électronique et photonique	4,90	64	11	27	17
Informatique quantique	4,89	60	17	51	12
Bases de données, systèmes d'information	4,85	63	12	27	13
Génie informatique	4,50	51	19	14	29
Matériel informatique	4,03	37	36	13	40
<b>Sous-secteurs – Application technologique</b>					
Nouveau media, animation et jeux	5,19	77	10	59	8
Équipement de télécommunication (design)	5,17	75	9	25	32
Réseaux à large bande	5,16	71	8	31	16
Réseaux sans fil	5,09	72	11	38	16
Services de télécommunication	5,00	68	10	25	18
Services et systèmes satellite	4,88	62	14	23	20
Développement de programmes (général)	4,82	58	12	26	17
Génie des systèmes des TIC	4,72	55	10	21	14
Apprentissage en ligne	4,67	55	16	36	14
Gouvernement en ligne	4,66	57	18	37	15
Robotique, automatisation et intelligence artificielle	4,63	57	19	29	22
Nanotechnologie (Électronique, Photonique)	4,60	57	24	49	19
Bases de données – architecture, sécurité	4,59	49	15	25	12
Lettres - informatique	4,57	53	18	24	14
TIC – Services commerciaux en ligne	4,56	51	15	33	11
Commerce électronique	4,48	49	19	29	19
Composantes & systèmes microélectroniques	4,43	47	21	20	32
Services de santé en ligne	4,30	52	27	43	26
Informatique et équipement pertinent	4,18	37	29	14	31

L'enquête a confirmé le rôle de premier plan que le Canada joue au niveau international en ce qui concerne l'infrastructure des TIC (par exemple les réseaux sans fil et à large

bande). Pourtant, un tiers des répondants estime que le secteur de l'équipement des télécommunications perd du terrain (malgré sa cote forte dans l'enquête), ce qui pourrait rendre compte du net repli qui a suivi l'implosion des dotcom.

Les répondants sont d'avis que le domaine des TIC qui semble le plus prometteur, c'est-à-dire ayant une force notable et la tendance à la hausse la plus nette, est celui des « nouveaux médias, multimédia, animation et jeux », pour lequel le Canada est reconnu à l'échelle internationale comme un chef de file avec un certain nombre d'entreprises dynamiques, ainsi qu'une réputation pour la formation dans des compétences spécialisées.

### Santé et sciences de la vie connexes

Les sciences biomédicales et de la vie ainsi que les technologies connexes sont considérées dans le monde entier comme des domaines qui présentent des possibilités et un dynamisme scientifique et technologique énormes. Le Canada a pris conscience de cette nouvelle possibilité et s'y est adapté en créant les Instituts de recherche en santé du Canada et Génome Canada et en intégrant explicitement les hôpitaux de recherche dans le mandat de la Fondation canadienne pour l'innovation. Les résultats de l'enquête indiquent que le Canada possède des capacités remarquables en matière de sciences biomédicales et sciences de la vie connexes (**Figure 5.11**). En raison du soutien considérable public pour la recherche en santé, le Canada reste parmi les chefs de file mondiaux.

Le comité remarque que dans chaque ligne de la **Figure 5.11** (et des autres qui résument les résultats de l'enquête) se cache une réalité complexe et souvent subtile. Nous espérons que les données de ce rapport encourageront les divers groupes d'experts et autres intervenants à regarder au-delà des chiffres et à énoncer les messages plus significatifs qu'ils représentent. Pour le moment, nous ferons trois observations sur ce tableau :

- La recherche clinique a reçu une cote étonnamment faible dans cette enquête, compte tenu du fait que les mesures bibliométriques (présentées plus loin), montrent que ce domaine est un des plus vigoureux au Canada en termes de qualité et de quantité des publications. Le comité s'est renseigné sur les raisons possibles de cette dissonance. Un observateur particulièrement au fait de la situation a offert l'explication suivante :

« Le Canada compte un groupe de cliniciens extraordinairement productifs et influents mais dont le nombre est relativement limité et dont les membres vieillissent. Le cheminement professionnel des chercheurs-cliniciens est considéré comme un parcours du combattant –difficultés à trouver des fonds pour les salaires, soutien institutionnel inégal (souvent en conflit avec les mandats de soins au patient), perceptions d'obstacles systématiques (p.ex., une infrastructure sous-développée à l'appui des essais cliniques, des examens déontologiques multicentriques). Tout cela conduit à un certain pessimisme au sujet des possibilités d'attirer les

meilleurs éléments dans une carrière de chercheur-clinicien. Les investissements importants et très publics dans la recherche clinique dans d'autres pays donnent l'impression que le Canada est « à la traîne ». Le Royaume-Uni et les États-Unis ont consenti des investissements considérables ces dernières années. Les cliniciens ont une très forte impression d'occasions manquées - ayant investi dans la création des connaissances, ils ont l'impression que les investissements, les talents et l'infrastructure nécessaires pour faire passer ces connaissances au niveau supérieur - l'application aux maladies et à la santé humaine - sont insuffisants. Cette perception n'est pas propre au Canada, elle est largement répandue au niveau international, d'où les investissements dans d'autres pays. »

**Figure 5.11**

**La grappe santé et sciences de la vie connexes**

	Moyenne	Pourcentage des répondants			
		Fort	Faible	Hausse	Baisse
<b>Sous-secteurs – Recherche scientifique</b>					
Génétiques (médical)	5,24	75	6	42	10
Génétiques, génomiques & protéomiques	5,18	74	9	51	12
Recherche sur le cancer	5,14	73	6	44	9
Neurobiologie / Neurosciences	5,02	67	11	39	14
Santé circulation et respiratoire	4,93	63	6	27	10
Maladies infectieuses et immunitaires	4,91	65	10	43	13
Neurosciences, santé mentale, toxicomanie	4,89	64	12	36	14
Biologie cellulaire	4,71	55	11	22	14
Nutrition, métabolisme et diabète	4,70	57	13	35	10
Génie biomédicale	4,69	62	15	39	14
Santé publique et des populations	4,62	56	16	33	16
Microbiologie	4,58	49	13	19	13
Vieillesse	4,57	53	14	32	13
Recherche clinique	4,54	47	19	25	26
Développement humain, santé des enfants	4,53	47	14	25	14
Santé des femmes et des hommes	4,53	46	14	33	12
Bioinformatique et biologie des systèmes	4,51	54	21	40	23
Appareil locomoteur et arthrite	4,51	46	11	19	9
Santé des autochtones	4,49	54	22	48	17
Politiques et services de santé	4,48	51	21	30	22
Kinésiologie	4,44	40	13	16	9
Santé globale	4,42	49	23	31	19
Nanomédecine et médecine régénératrice	4,41	48	20	42	21
Physiologie	4,40	41	16	10	19
Sciences infirmières	4,19	32	23	22	20
Dentisterie	4,09	26	19	6	17
<b>Sous-secteurs – Application technologique</b>					
Technologies génomiques et protéomiques	4,94	67	12	46	15
Technologies de l'imagerie médicale	4,76	60	17	38	17
Technologies - thérapie cellules souches	4,64	56	20	46	20
Nanobiotechnologie & biomimétiques	4,41	50	27	47	23
Bioinformatiques	4,41	49	21	36	18
Services de santé en ligne	4,30	52	27	43	26
Autres appareils médicaux	4,30	42	21	21	22
Développement pharmaceutique	4,18	42	34	19	35
Nanotechnologies médicales	4,07	44	32	44	29

- Les répondants ont estimé que les disciplines fondatrices traditionnelles – comme la microbiologie et la physiologie – ne sont pas particulièrement fortes et, dans certains cas, ont jugé qu’elles étaient probablement en baisse au Canada. Le constat est le même dans d’autres domaines de l’enquête, ce qui semble indiquer de nouvelles aspirations vers un travail multidisciplinaire. Il a été fait remarquer, par exemple, que les chercheurs en physiologie ont transformé la discipline en biologie des systèmes, qui se classe beaucoup plus haut sur le tableau. Ce serait également le cas des sciences dentaires qui, malgré des antécédents remarquables, se fragmentent désormais en d’autres domaines liés à la douleur ou même au cancer.
- On est frappé par le contraste dans la **Figure 5.11** entre la force considérable de la recherche par rapport à une force beaucoup plus limitée dans les domaines de la technologie médicale. Les exceptions les plus importantes sont la génomique et la protéomique et dans une moindre mesure, l’imagerie médicale. Nous remarquons en particulier la perception d’une extraordinaire faiblesse du développement des produits pharmaceutiques et l’opinion de plus d’un tiers des répondants que le Canada perd du terrain dans ce domaine. Dans ce cas, les conclusions de l’enquête rendent compte des opinions de 433 répondants et semblent donc assez solides.

Le système de santé canadien représente un avantage stratégique pour le développement des industries reliées à la santé et des technologies. Nous avons négligé de profiter de cette opportunité à cause des problèmes de juridiction fédéral/provincial et de l’inquiétude du public au sujet de la privatisation.  
*Membre de l’Académie canadienne des sciences de la santé*

## Sciences et technologies environnementales

L’exploitation des ressources naturelles et la volonté de réduire les effets environnementaux de cette exploitation ont amené le Canada à créer une capacité considérable en matière de sciences et de technologies environnementales (**Figure 5.12**). Toutefois, la grappe de l’environnement pose un problème en raison de son manque de force apparente pour le moment, en particulier en ce qui concerne les applications technologiques. Par contre, plusieurs domaines des sciences environnementales sont considérés comme d’une grande force, une constatation renforcée par l’analyse bibliométrique présentée plus loin dans ce chapitre. Au **chapitre 7**, nous confirmons qu’il existe une forte aspiration à maîtriser un ensemble de technologies environnementales, notamment celles liées à l’énergie propre.

**Figure 5.12**

**La grappe environnementale**

	Moyenne	Pourcentage des répondants			
		Fort	Faible	Hausse	Baisse
<b>Sous-secteurs – Recherche scientifique</b>					
Géographie physique, télédétection	5,32	80	4	30	14
Géochimie et géochronologie	5,23	74	5	21	16
Hydrologie	5,17	75	4	25	14
Océanographie	5,15	73	7	25	27
Sciences du climat	5,11	72	7	26	19
Météorologie	4,90	58	5	12	12
Géographie; urbanisme & planification environn.	4,85	67	13	31	21
Science du sol	4,81	58	8	8	15
Génie de l'environnement	4,75	59	14	27	25
Écologie & biologie de l'évolution	4,65	50	14	22	15
<b>Sous-secteurs – Application technologique</b>					
Pile à combustible et hydrogène	4,87	65	18	32	24
Technologies pour l'eau propre	4,66	56	16	36	20
Conservation forestière (technologies/méthodes)	4,64	58	19	24	34
Systèmes de surveillance environnementale	4,52	50	21	28	19
Biotechnol industrie & environnementale	4,32	45	23	32	19
Technologies de construction « verte »	4,22	46	32	35	24
Technologies pour l'air pur	4,20	40	27	26	28
Hydrocarbures propres	4,13	44	36	33	34
Utilisation judicieuse & conservation de l'énergie	4,08	38	33	29	30
Récupération et recyclage	4,06	39	35	25	29
Énergie - Cogénération	4,06	36	32	29	28
Biocarburant	4,00	39	37	36	25
Gestion des déchets solides	3,96	34	36	19	32
Énergie éolienne	3,62	28	55	38	34
Énergie solaire	3,40	20	58	20	40

Les industries extractives canadiennes – énergie, mines et foresterie – ont fait beaucoup de progrès en allant défendre la cause du développement durable et de l'environnement – tout comme l'ont fait les autres pays développés. Ces industries doivent être aussi efficaces que possible pour rester compétitives. Ainsi elles doivent s'appuyer sur un secteur fort de R et D public et privé. *Membre, SRC Académie des sciences*

Nous faisons deux observations sur la **Figure 5.12** :

- Il existe une corrélation très marquée et évidente au Canada entre les capacités en S et T environnementales et le secteur des ressources naturelles. En fait, plusieurs des sous-secteurs les mieux placés dans la **Figure 5.12** appartiennent aux deux grappes des ressources naturelles et de l'environnement. Compte tenu de l'importance croissante de l'utilisation des ressources renouvelables et de l'énergie propre en particulier, l'avantage comparatif du Canada à l'échelle mondiale dans les S et T environnementales repose essentiellement sur le lien entre environnement et ressources.

- Il est néanmoins évident d'après la portion inférieure du tableau des applications technologies que les répondants ne croient pas que le Canada soit actuellement en bonne position dans bon nombre des grandes technologies environnementales comme les hydrocarbures propres, les biocarburants, la cogénération énergétique et les éoliennes. De plus, les répondants sont très divisés sur la question de savoir si le Canada gagne ou perd du terrain dans un certain nombre de ces domaines.

## Autres secteurs

Les répondants ont indiqué un certain nombre de domaines de grande force qui ne sont pas classés dans les quatre grandes grappes. Par exemple, le Canada a une capacité exceptionnelle en astronomie, astrophysique et cosmologie (cote de force de 5,05) qui s'est auto-renforcée, la force se nourrissant elle-même. Les domaines connexes ont bénéficié d'investissements soutenus dans un certain nombre d'observatoires astronomiques, l'Institut canadien d'astrophysique théorique, l'Observatoire de neutrinos de Sudbury et l'Institut canadien de recherches avancées.

Certains éléments des secteurs de l'aérospatiale et de l'automobile ont été également bien classés dans l'enquête (**Figure 5.13**). L'industrie aérospatiale compte d'importants regroupements d'excellence dans le pays, mais les forces perçues en S et T, et en particulier, la tendance, semblent ne pas correspondre à l'importance économique de cette industrie. L'industrie automobile canadienne représente plus de 12 % du PIB des industries manufacturières, mais a été jugée raisonnablement forte uniquement en ce qui concerne les véhicules motorisés et les pièces, une compétence qui dépend largement d'une technologie étrangère et sous-traitée. La R et D compte assez peu dans ce secteur au Canada. Par conséquent, il ne possède pas – par rapport à l'ampleur de l'industrie au pays – une forte base de compétences pour susciter l'innovation.

## Figure 5.13

### Aérospatial, véhicules motorisés et les technologies liées

Sous-secteurs	Moyenne	Pourcentage des Répondants			
		Fort	Faible	Hausse	Baisse
Aérospatial – produits et pièces*	4,98	66	11	22	20
Génie aérospatial	4,77	61	23	19	32
Génie des matériaux	4,67	54	10	27	13
Véhicules motorisés et pièces*	4,65	59	16	23	24
Matériaux industriels avancés*	4,64	59	16	41	18
Génie automobile	4,15	41	32	12	30

\* Sous-secteurs d'application technologique; les autres (sans astérisque) sont des sous-secteurs de recherche scientifique.

Les répondants ont jugé une grappe importante de technologies – celles liées au transport – comme étant exceptionnellement faible et susceptible de s'affaiblir encore (**Figure 5.14**)<sup>4</sup>. Compte tenu de l'importance que revêt l'efficacité des transports, en particulier dans un pays aussi vaste que le Canada, le comité note que l'apparente faiblesse technologique de cette infrastructure pourrait avoir des conséquences importantes.

## Figure 5.14

### Technologies de transports

	Moyenne	Pourcentage des Répondants			
		Fort	Faible	Hausse	Baisse
Technologies liées au transport aérien	4,41	50	22	15	27
Technologies liées au transport sur rails	3,99	41	40	17	33
Technologies liées au transport routier	3,90	30	36	10	23
Technologies liées au transport multimodal	3,76	25	35	9	26
Technologies liées au transport marin	3,38	18	57	4	46

## Résultats de l'enquête en bref

L'évaluation que donne l'enquête des atouts (et des faiblesses) du Canada en matière de S et T fournit un grand nombre de données qui ont besoin d'une interprétation plus approfondie de la part des divers groupes d'experts. Pour faciliter cette discussion, nous présentons à la **Figure 5.15** une série de tableaux qui placent chacun des 197 sous-secteurs étudiés dans l'enquête le long d'axes de force et de tendance nette. Ces tableaux de force contre tendance sont organisés autour des grands domaines de la recherche et de la technologie décrits au début du chapitre. Nous espérons que les divers groupes d'experts et intervenants examineront les résultats à la lumière de leurs connaissances particulières et pourront donner une interprétation beaucoup plus complète que ce que permet ce rapport.

<sup>4</sup> L'analyse technométrique reportée plus loin dans ce chapitre pointe une relative force dans l'activité de brevets dans les secteurs de transport par rail et maritime. Par ailleurs, les brevets ne sont pas nécessairement un indicateur de la qualité globale d'efficacité et de performance de technologies actuellement déployées dans l'industrie.

## Sommaire des résultats de l'enquête - Force vs. tendance

Figure 5.15.1

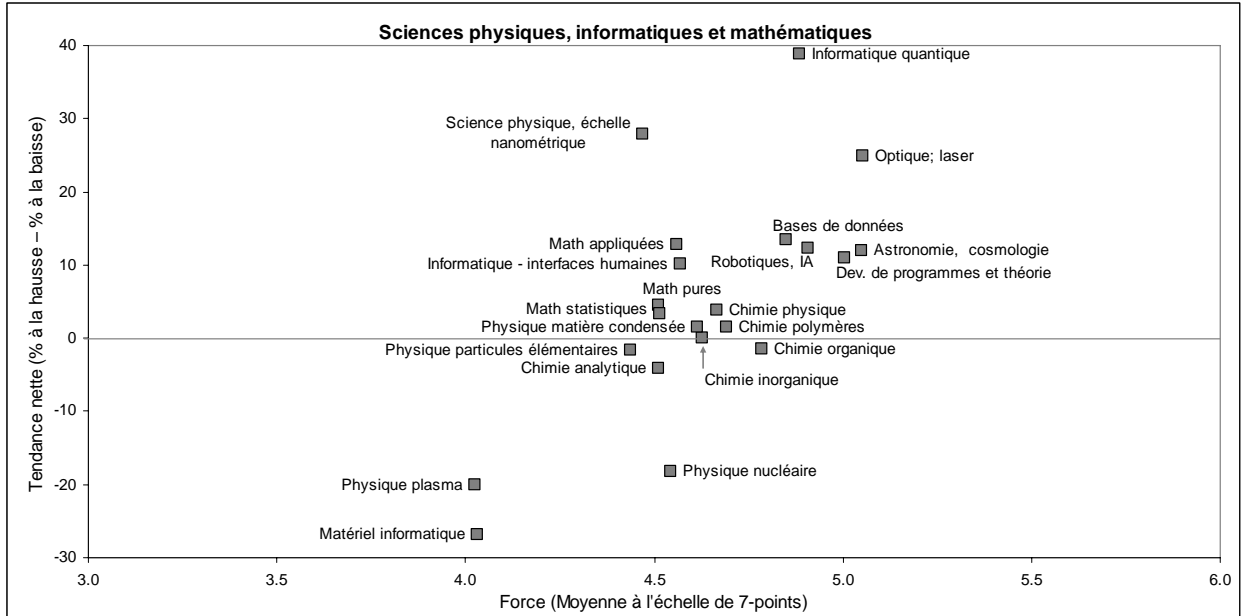
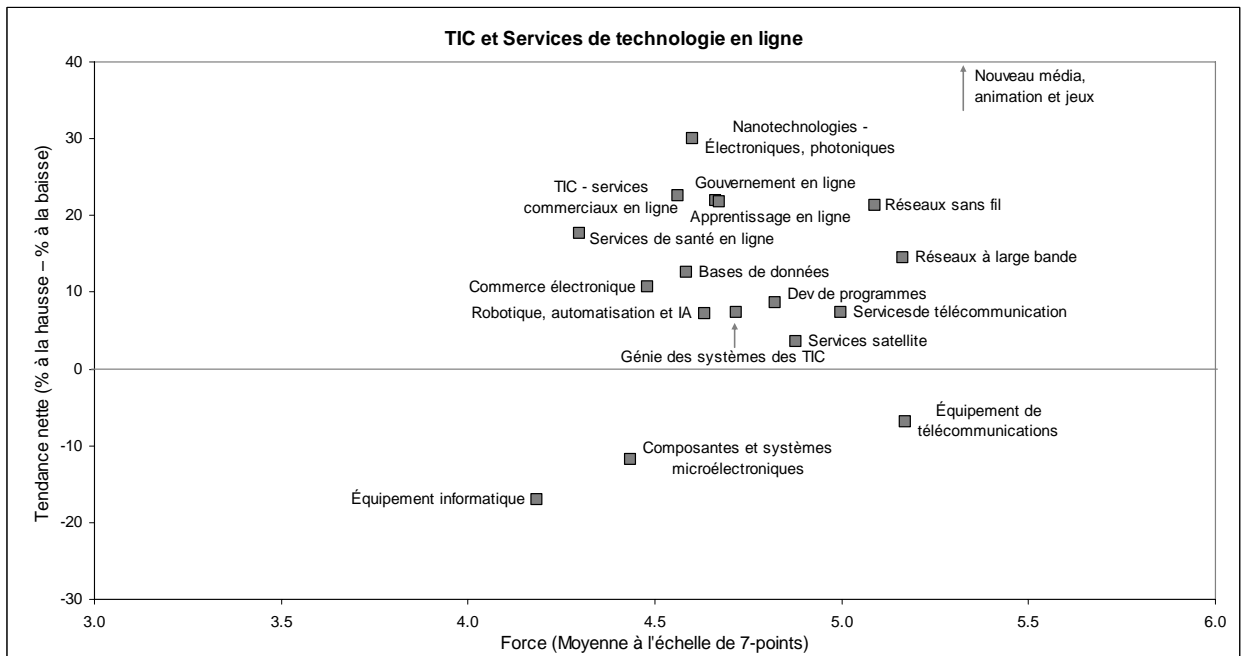
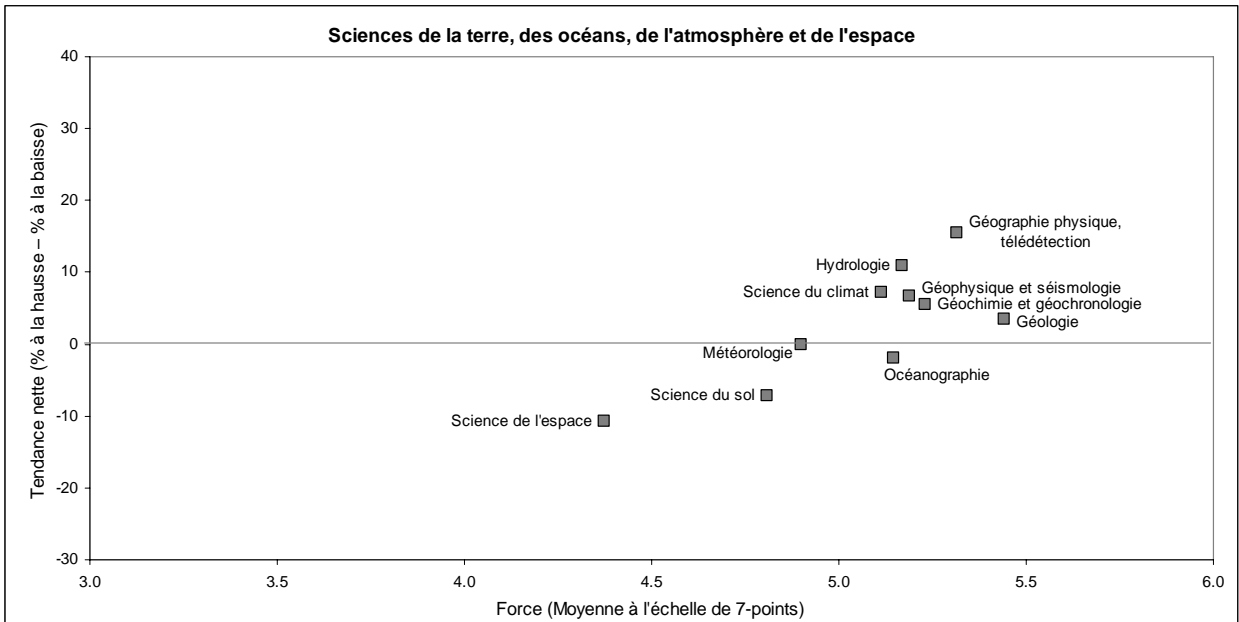


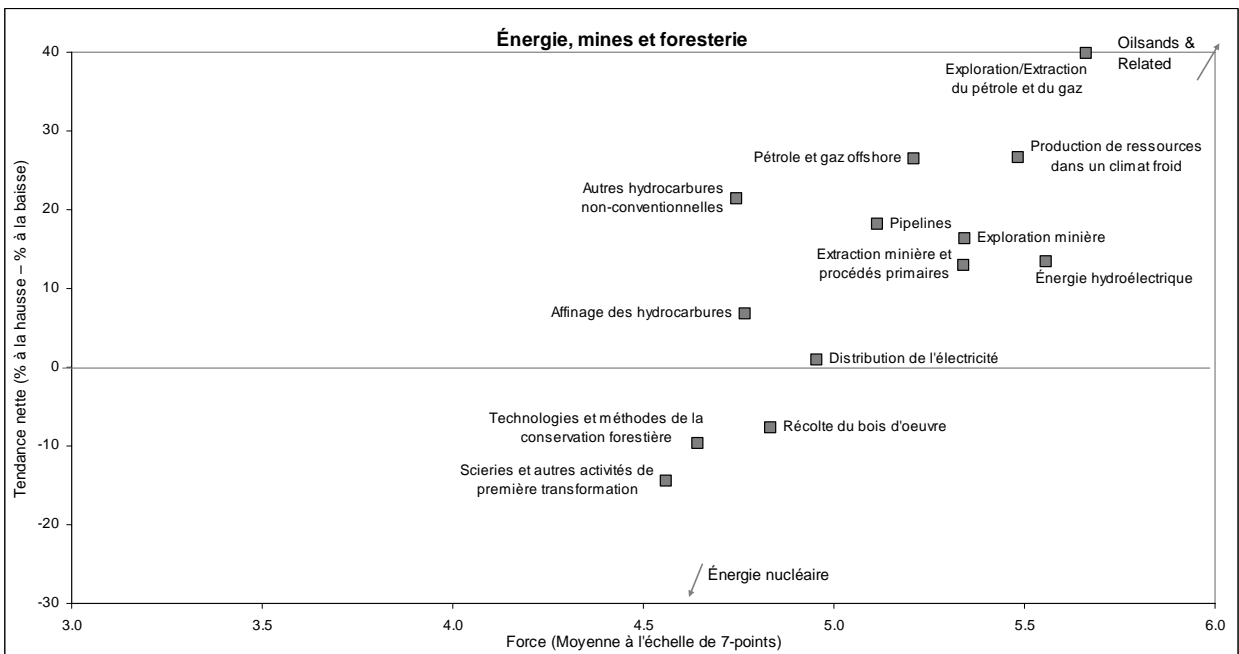
Figure 5.15.2



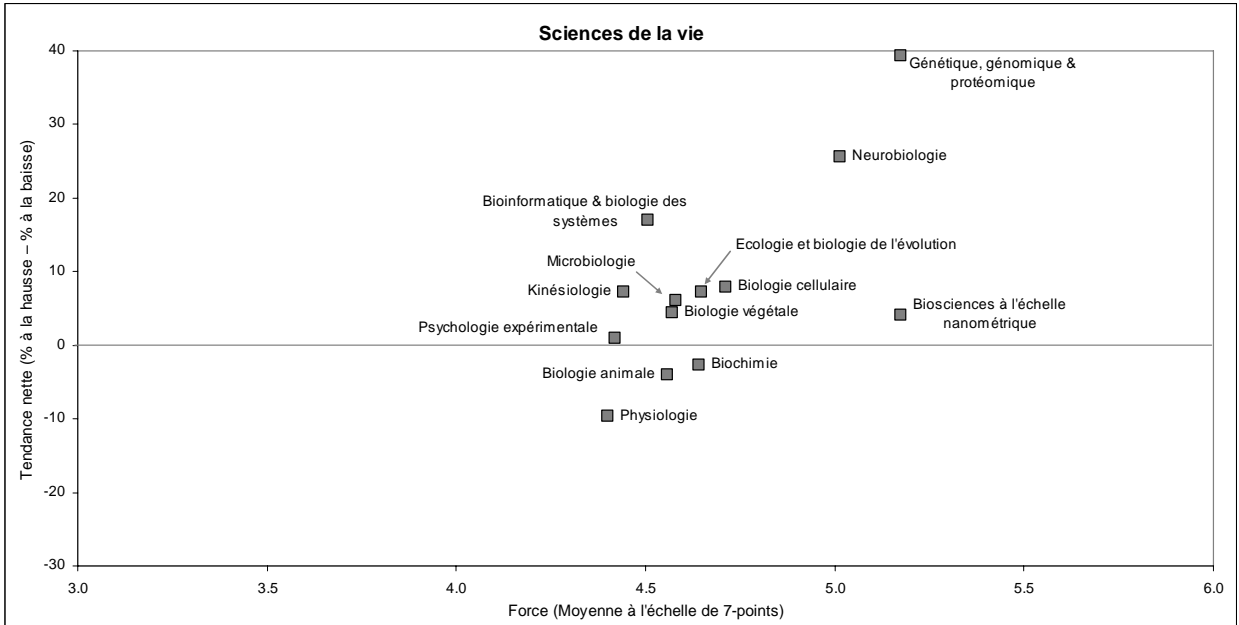
**Figure 5.15.3**



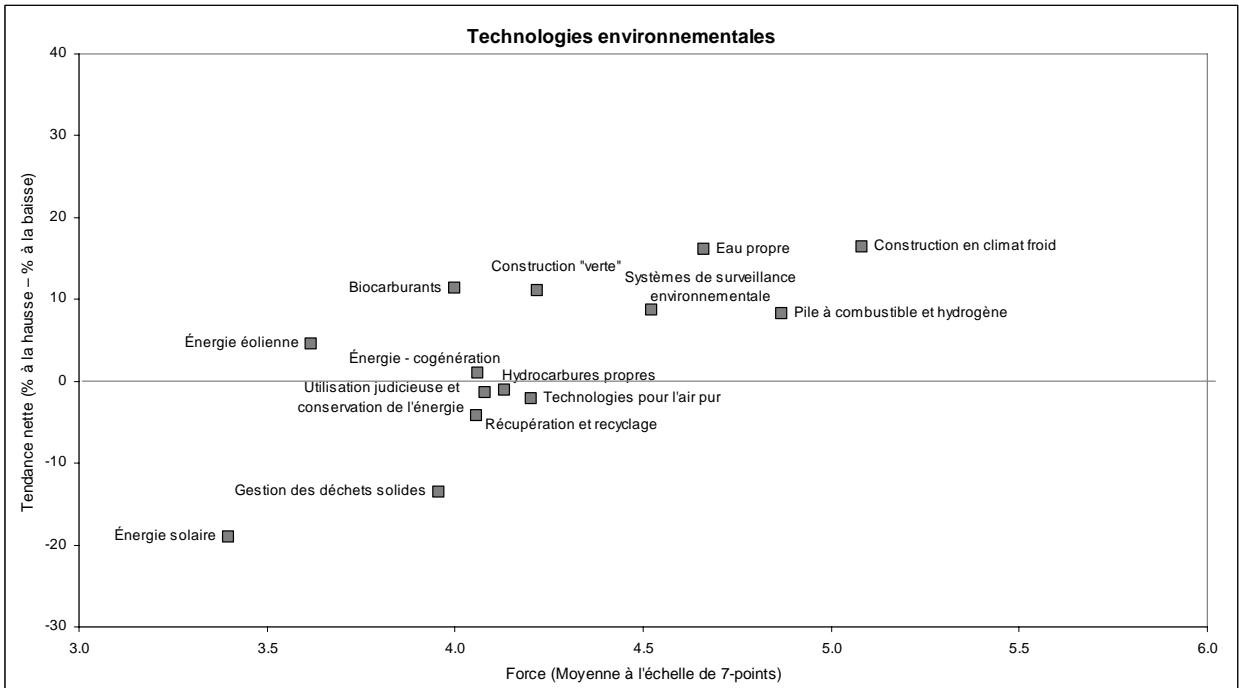
**Figure 5.15.4**



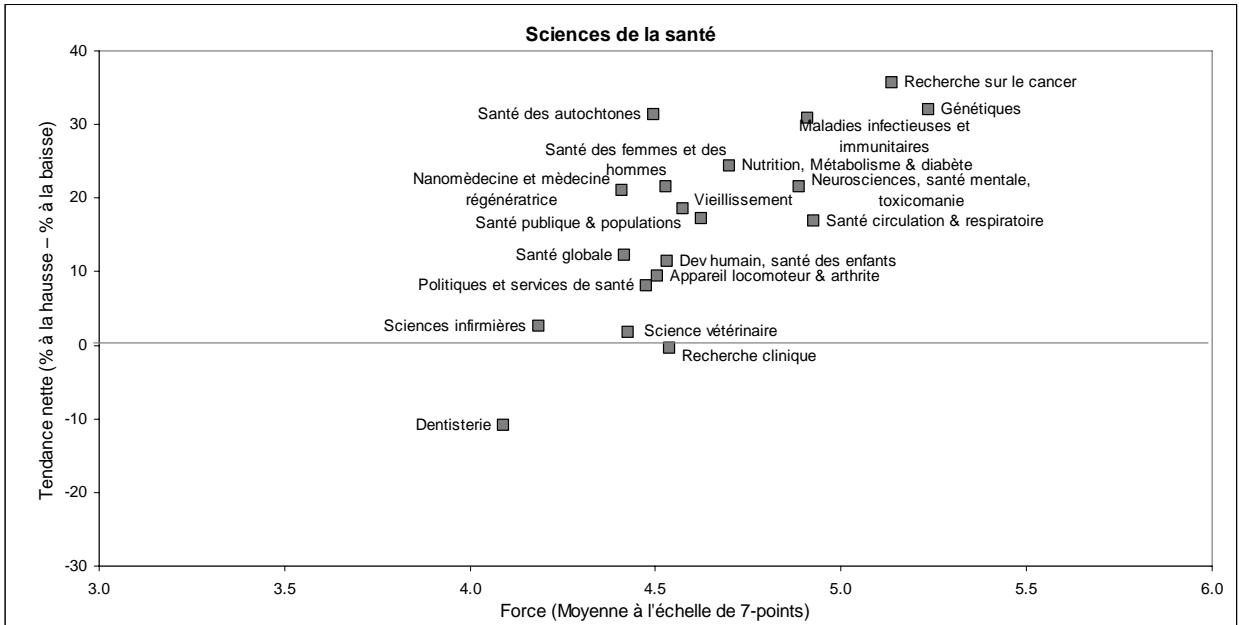
**Figure 5.15.5**



**Figure 5.15.6**



**Figure 5.15.7**



**Figure 5.15.8**

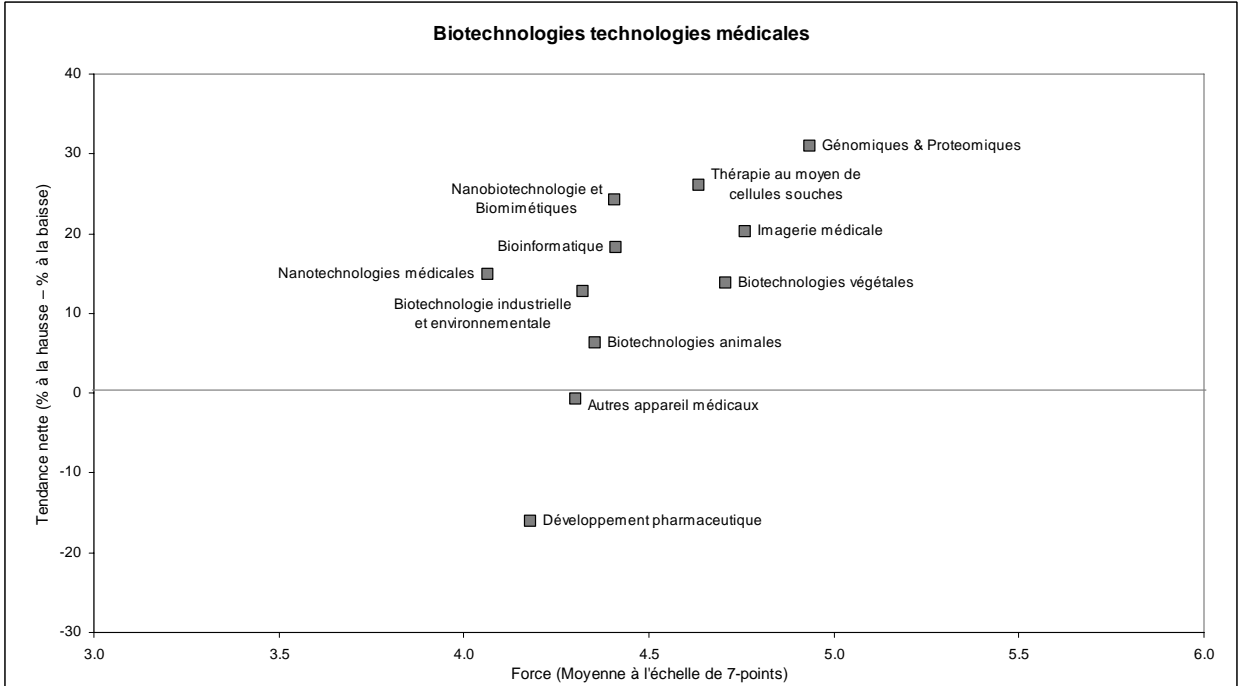


Figure 5.15.9

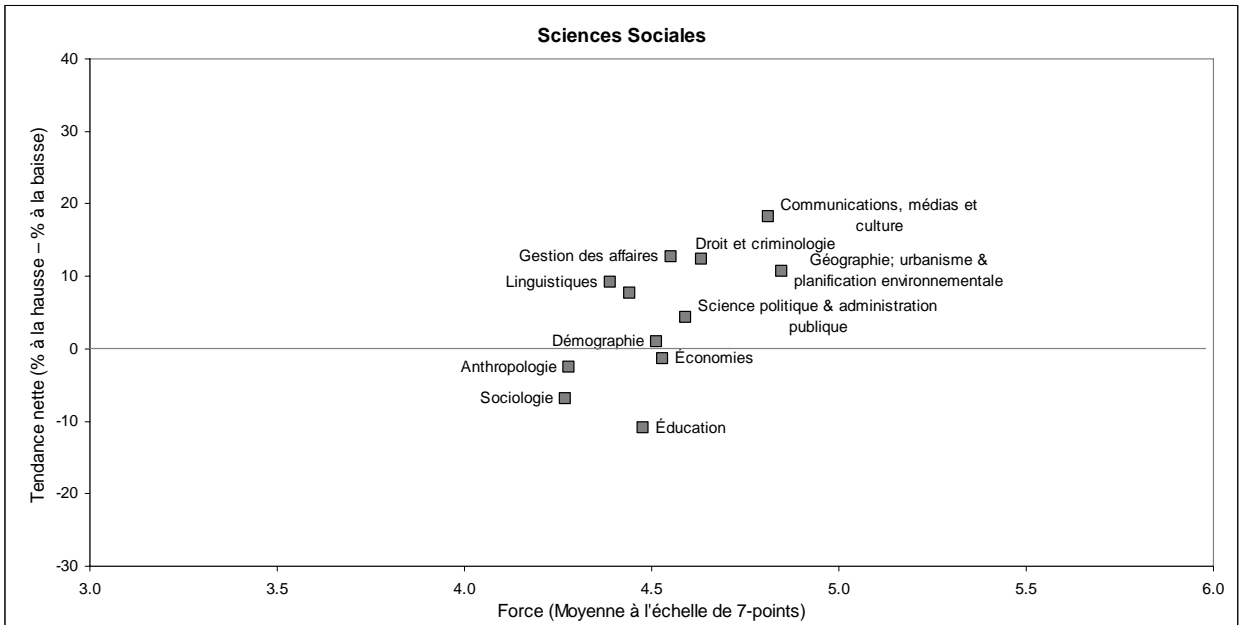
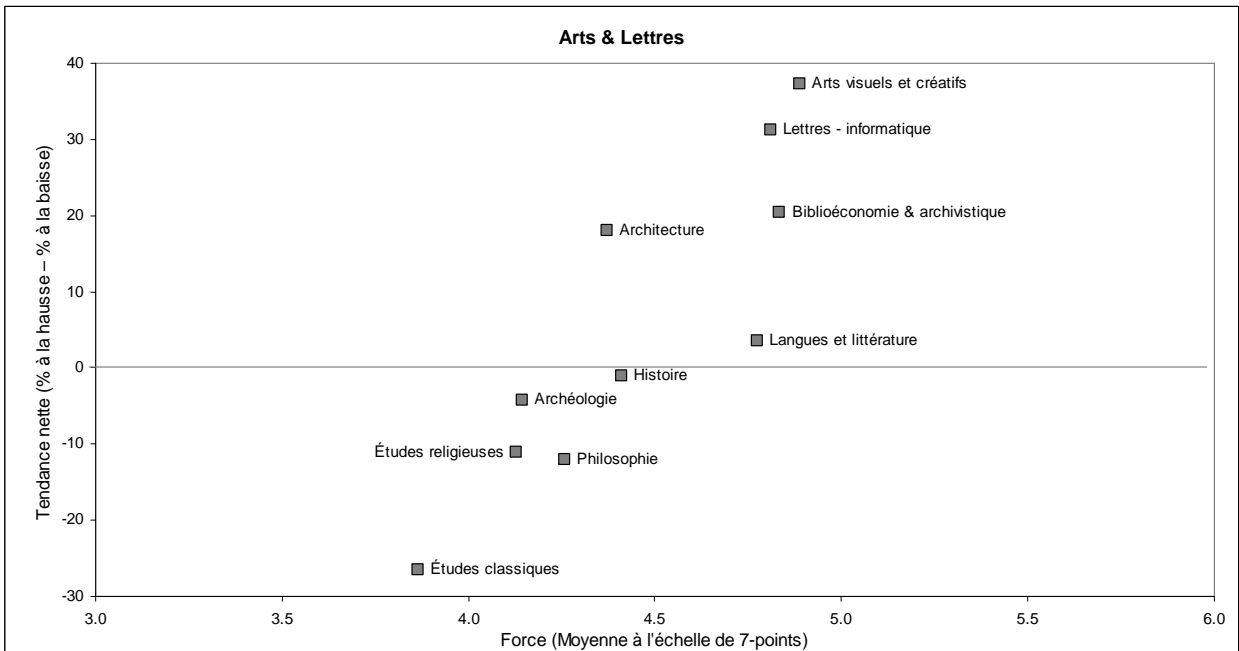
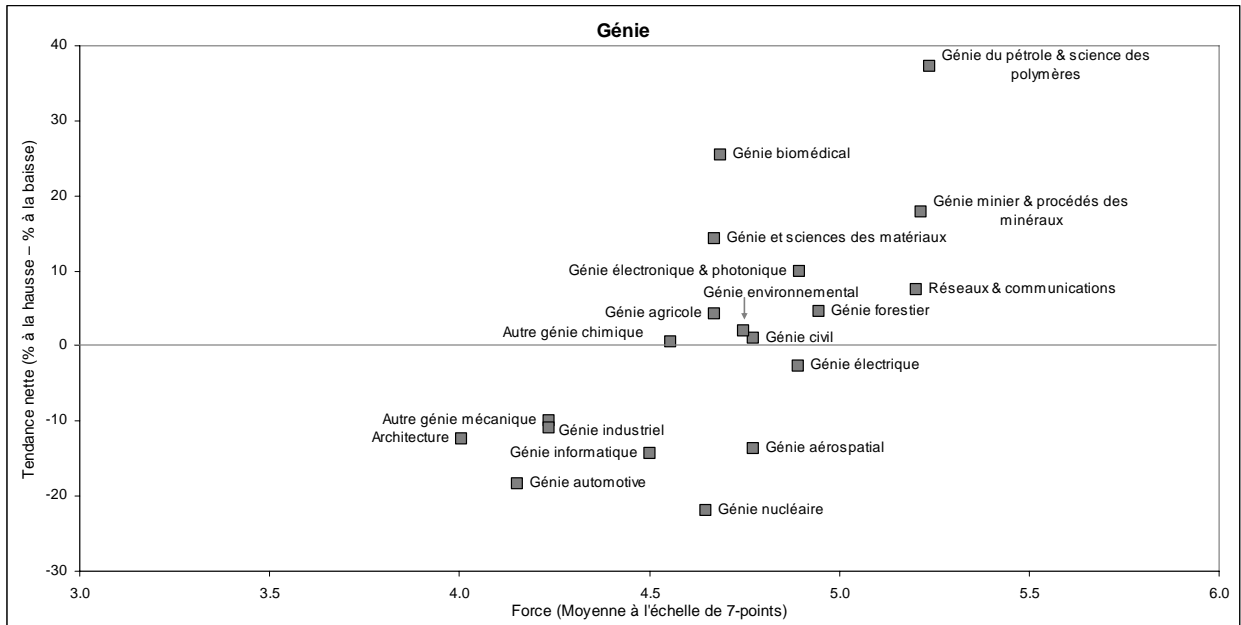


Figure 5.15.10



**Figure 5.15.11**



**Figure 5.15.12**

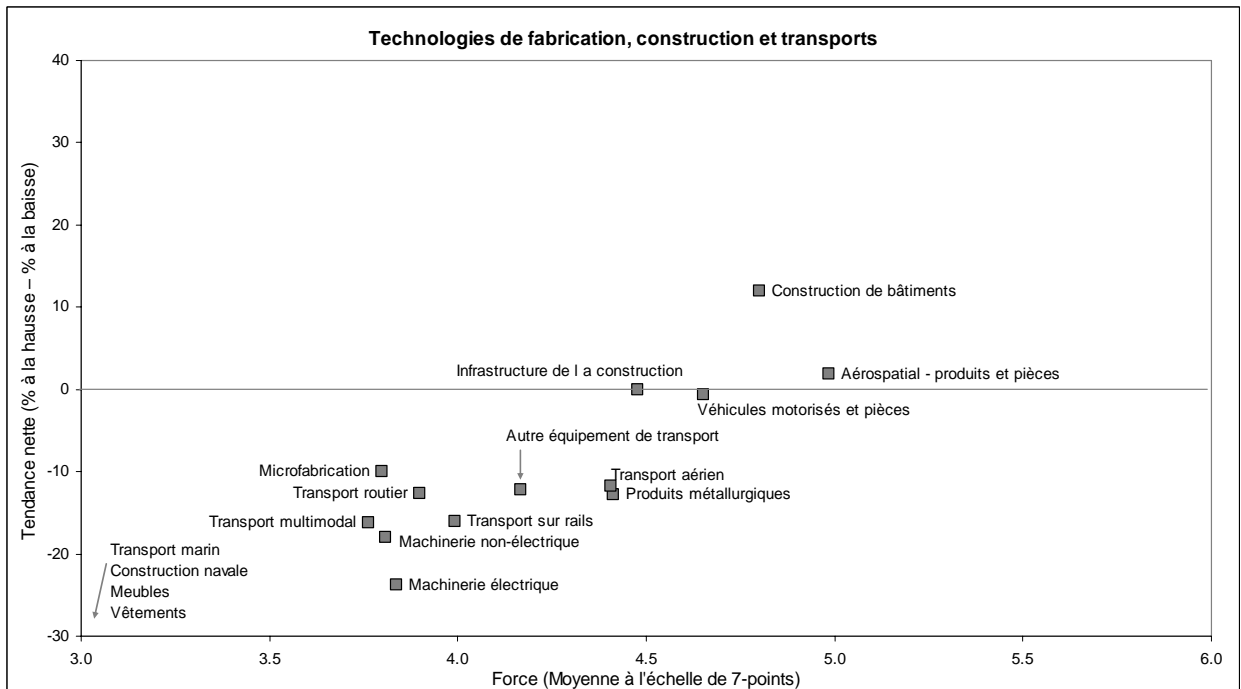


Figure 5.15.13

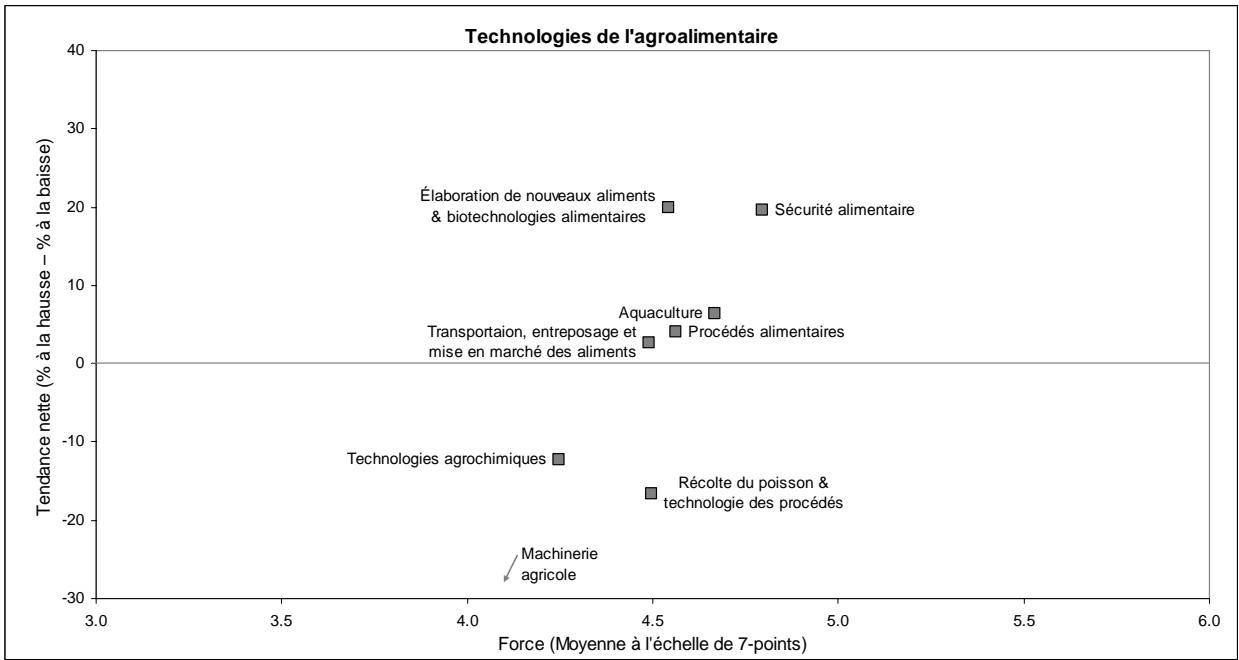
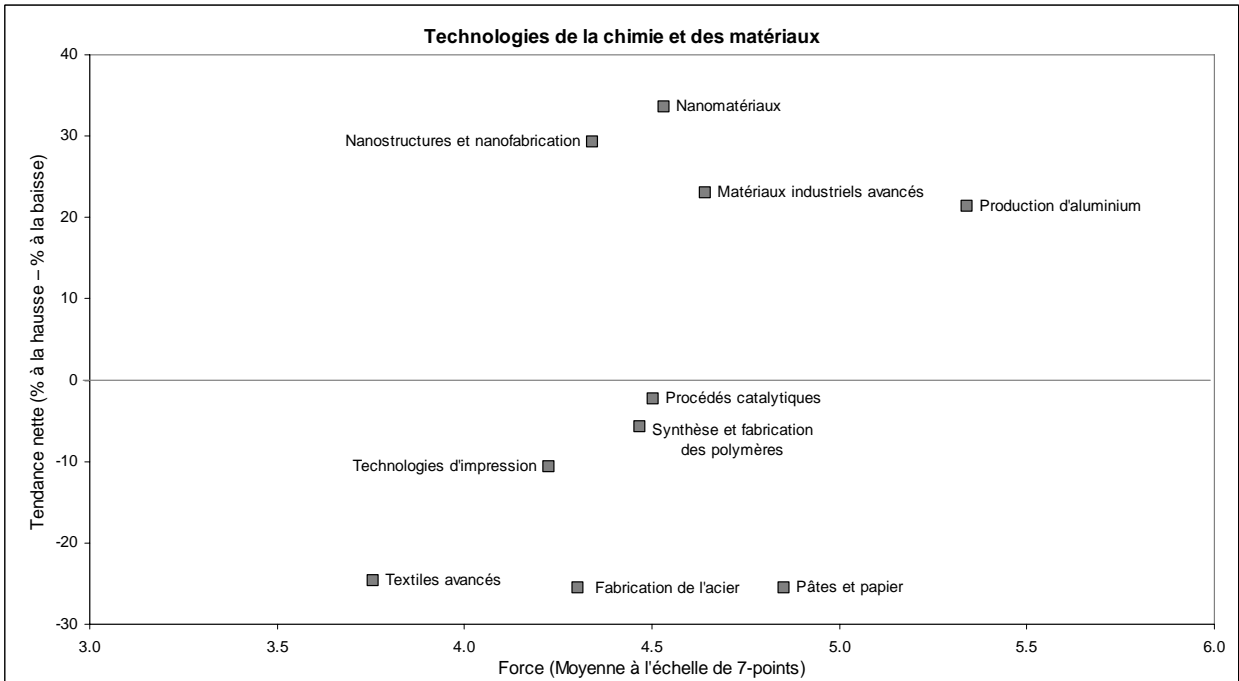


Figure 5.15.14



## « Données métriques » – La mesure des extrants de la S et T<sup>5</sup>

La bibliométrie (l'analyse des documents publiés) et la technométrie (l'analyse des données sur les brevets) sont des méthodes bien établies d'évaluation des atouts du système de S et T. Ce rapport utilise deux bases de données produites par Thomson Scientific pour calculer les statistiques bibliométriques. La première est le Science Citation Index® (SCI) qui rend compte à grande échelle de la recherche scientifique de grande qualité dans les domaines des sciences naturelles, des sciences de la santé et du génie. Il répertorie actuellement environ 3 700 des principales revues techniques et scientifiques mondiales. La deuxième base de données est le Social Sciences Citation Index (SSCI) qui contient des données bibliographiques pour plus de 1 700 des principales revues mondiales en sciences sociales, ainsi que des articles choisis individuellement d'environ 3 300 des principales revues en sciences et technologie. Les revues contenues dans ces bases de données sont considérées comme les plus importantes revues examinées par les pairs dans leurs domaines respectifs et représentent plus de 80 % des citations<sup>6</sup>.

Les secteurs et les domaines des sciences utilisés dans notre analyse bibliométrique reflètent largement les catégories utilisées depuis le début des années 70 par la US National Science Foundation (NSF) pour la publication des indicateurs des sciences et du génie. Les catégories se fondent sur une représentation mutuellement exclusive des revues dans des domaines spécifiques. Certaines de ces catégories ont dû être modifiées alors que d'autres ont été nouvellement créées pour correspondre au mieux aux sous-secteurs que nous avons utilisés dans l'enquête<sup>7</sup>.

Les indicateurs bibliométriques suivants ont été utilisés dans ce rapport :

- **Nombre de documents** : Le nombre de documents scientifiques dont les auteurs sont associés à des zones géographiques (en fonction de l'adresse de l'auteur – par exemple, pays, État, province).
- **Indice de spécialisation (IS)** : L'IS est le ratio qui mesure l'intensité de la recherche au Canada dans un domaine donné par rapport à l'intensité (moyenne) de la recherche dans ce domaine dans le monde. L'intensité de la recherche au Canada dans le domaine X est le nombre de documents publiés dans ce domaine au Canada exprimé en pourcentage du nombre de documents publiés dans tous

---

<sup>5</sup> Toutes les données de cette section ont été compilées par Science-Metrix ([www.science-metrix.com](http://www.science-metrix.com)) d'après les données de l'Observatoire des sciences et des technologies ([www.ost.qc.ca](http://www.ost.qc.ca)).

<sup>6</sup> Dans le vaste domaine des sciences humaines, les données bibliométriques doivent être interprétées avec prudence en raison de la préférence pour la publication de livres dans certains domaines des sciences humaines. L'analyse bibliométrique se concentre sur les revues universitaires et peuvent donner des résultats trompeurs dans des domaines où une partie importante de la production universitaire est publiée dans des livres et des monographies. Nous avons donc omis les sous-secteurs des sciences humaines de l'analyse bibliométrique, bien qu'elle soit bien présente dans les résultats de l'enquête.

<sup>7</sup> Deux domaines sont mesurés avec plus de précision que les autres sous-secteurs. Ce sont les nanosciences et les sous-domaines reliés aux nanotechnologies, ainsi que la génomique. Dans ce dernier cas, les extrants sont beaucoup plus importants que dans les autres domaines car ils ont été extraits de la version élargie du SCI. (Bien que cela ait un effet positif sur le nombre de documents produits, il n'y a pas d'incidence sur les calculs de croissance de l'indice de spécialisation (IS) ni du Facteur d'impact relatif moyen (FIRM) puisqu'on a utilisé des données comparables pertinentes pour calculer ces statistiques dans le cas du génomique.)

les domaines au Canada (sur une période donnée). La même définition s'applique dans le reste du monde. L'IS est simplement l'intensité canadienne divisée par l'intensité mondiale (Science Metrix, 2006, p. 5). Un IS supérieur à 1 signifie que le Canada est plus spécialisé dans un domaine de recherche donné que la moyenne mondiale, alors qu'un indice inférieur à 1 signifie le contraire. Par exemple, si 5 % de tous les documents canadiens concernent l'agriculture et 4 % de tous les documents publiés dans le monde concernent cette discipline, l'indice de spécialisation du Canada dans l'agriculture serait alors de 0,05/0,04 ou 1,25. (Nota : valeurs fictives) Plus l'IS est élevé, plus la recherche en agriculture au Canada est représentée comme étant plus intensive qu'ailleurs dans le monde. L'IS est un jeu à somme nulle au niveau du pays – c'est-à-dire que la spécialisation dans certains domaines signifie nécessairement une sous-spécialisation dans d'autres. (On utilise également dans ce rapport un indicateur analogue à l'IS pour les brevets.)

- **Facteur d'impact relatif moyen (FIRM) :** Cet indicateur est une représentation de la qualité de la recherche publiée. Chaque revue contenue dans les bases de données que nous utilisons a un facteur d'impact (FI) qui est calculé chaque année par Thomson Scientific à partir du nombre total des citations que la revue reçoit par rapport au nombre d'articles qu'elle publie. Le FI des articles universitaires est calculé en leur attribuant le FI des revues dans lesquelles ils sont publiés. Pour tenir compte des différents modèles de citation selon les domaines et les sous-secteurs scientifiques – par exemple, on trouve davantage de citations dans la recherche biomédicale que dans les mathématiques – le FI de chaque article est divisé par le FI moyen mondial des articles dans ce sous-secteur afin d'obtenir un facteur d'impact relatif (FIR). Le FIRM correspondant à un domaine au Canada est ensuite calculé à l'aide de la moyenne des FIR des articles portant sur ce domaine pour le Canada. Lorsque le FIRM du Canada dans un domaine est supérieur à 1, cela veut dire que les publications de recherche canadiennes sont mieux cotées que la moyenne mondiale. Lorsque le FIRM canadien est inférieur à 1, cela veut dire que la recherche canadienne dans ce domaine est (en moyenne) publiée dans des revues qui ne sont pas citées aussi souvent que la moyenne mondiale.

L'utilisation du FIRM ne fait pas l'unanimité et ses limites ont été examinées en grand détail. Science-Metrix, l'OST et d'autres organisations reconnues dans le domaine de la bibliométrie utilisent régulièrement cet indicateur en raison de sa rapidité, de sa rentabilité et du fait que malgré ses limites : a) c'est un indicateur robuste de l'impact prévu et b) il s'est révélé un outil solide de représentation de la qualité des publications. Bien que le nombre des articles que publie un pays, ou ses institutions, dans la tranche supérieure de 1 % des articles cités est parfois utilisé dans les indicateurs internationaux, (**Encadré 5.2**) les praticiens du domaine de la bibliométrie ont tendance à préférer des mesures comme le FIRM (ou autres mesures relatives et inclusives fondées sur des citations) en raison de leur exhaustivité et de leur solidité dans la comparaison des diverses spécialités scientifiques par pays.

## Encadré 5.2

### L'impact scientifique des pays

En 2004, un article influent « The Scientific Impact of Nations » a été publié dans *Nature* par Sir David King, Conseiller scientifique en chef du Royaume-Uni. Cet article donne un aperçu des textes et des données actuels qui mesurent l'impact et les résultats de l'investissement dans la recherche depuis 10 ans dans 31 pays. L'analyse de King se concentre presque exclusivement sur les données bibliométriques (nombre de publications et de citations) entre 1997 et 2001 afin d'obtenir une mesure de la productivité et de la qualité des sciences. Le groupe des 31 pays analysés (y compris les pays du G-8 et 15 pays membres de l'UE) représente 98 % des articles les plus cités dans le monde. Selon King, les huit principaux pays produisent 85 % de la tranche supérieure de 1 % de la plupart des articles cités.

Le Canada se situe au sixième rang dans la tranche supérieure de 1 % des publications citées et d'après la part des publications totales. King a présenté une comparaison des pays du G-8 en désagrégeant toutes les publications scientifiques dans les grandes catégories suivantes : médecine clinique, médecine et santé préclinique, sciences biologiques, environnement, mathématiques, sciences physiques et génie. La plupart des comparaisons par pays omettent les États-Unis en raison de son échelle particulière. Parmi les sept autres pays, le Canada, le Royaume-Uni, l'Allemagne, la France, l'Italie, le Japon et la Russie, en accord avec la répartition de l'agrégation de citations le Canada se classait comme suit : sciences environnementales (2<sup>e</sup> exco), médecine et santé préclinique (3<sup>e</sup>), biologie (5<sup>e</sup>), médecine clinique (5<sup>e</sup>), mathématiques (4<sup>e</sup> exco), sciences physiques (6<sup>e</sup> exco) et génie (7<sup>e</sup>). Par habitant ou par chercheur, quelques classements du Canada seraient supérieurs.

## Perspective bibliométrique des atouts de la recherche au Canada

La **Figure 5.16** montre la position du Canada par rapport aux sciences mondiales en ce qui concerne l'intensité de la recherche (IS sur l'axe x) et la qualité des extraits de la recherche (FIRM sur l'axe y). La taille des cercles sur le tableau est proportionnelle au nombre d'articles canadiens publiés dans divers domaines entre 1997 et 2004. Le quadrant en haut à droite montre les domaines dans lesquels le Canada est relativement spécialisé et dans lesquels il a publié dans les revues qui sont davantage citées que la moyenne mondiale. Il s'agit d'un quadrant de force relative certaine pour la recherche publiée au Canada. Les grands domaines dans lesquels la performance canadienne est la meilleure sont la psychologie et la psychiatrie, les sciences de la terre et de l'espace, la recherche biomédicale et la biologie.

Le quadrant dans la partie supérieure gauche indique les domaines dans lesquels le Canada ne publie pas de façon aussi intensive que la moyenne mondiale, mais dans

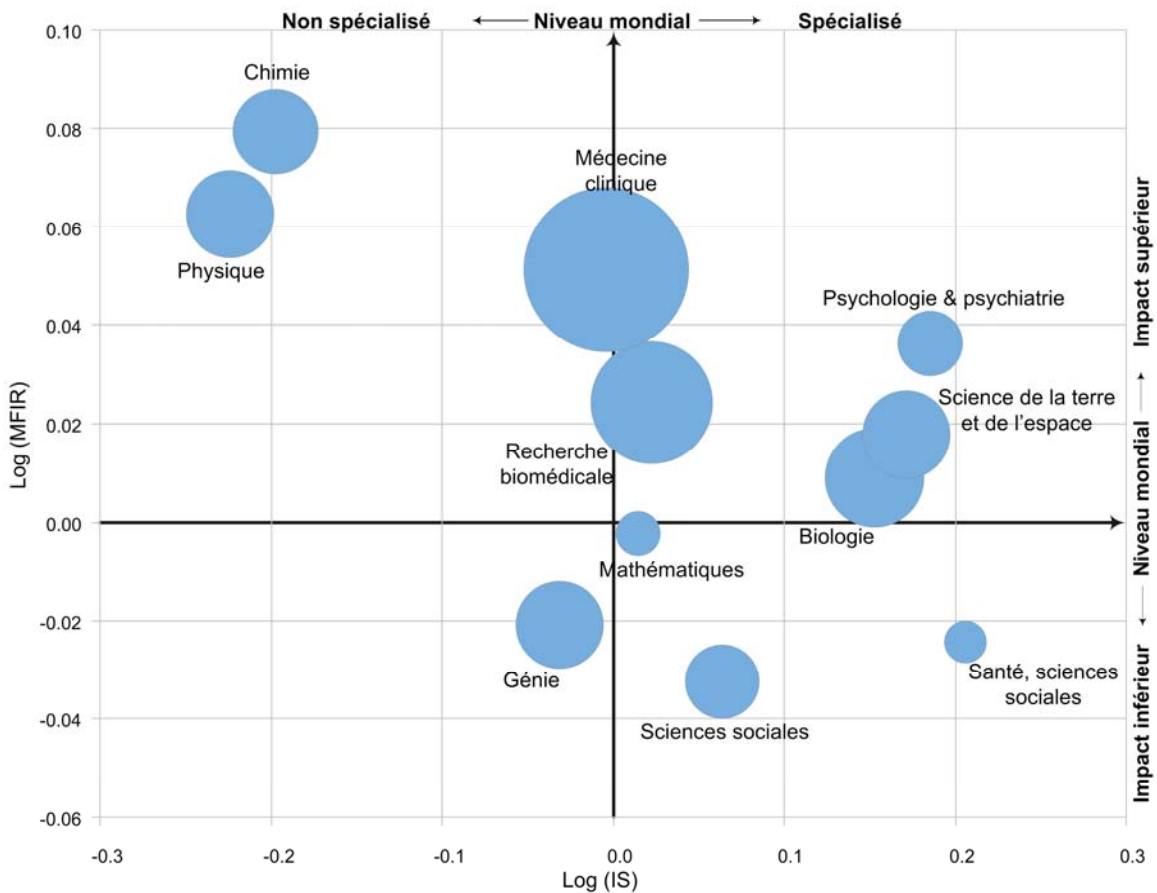
lesquels la qualité est élevée. La chimie est sans aucun doute un domaine d'excellence, suivie par la physique – bien que dans ces deux domaines, la spécialisation du Canada soit inférieure à la moyenne. Le grand domaine de la médecine clinique se situe à la limite entre les deux quadrants supérieurs – c'est-à-dire que la spécialisation relative du Canada est très proche de la moyenne mondiale.

Le quadrant inférieur en bas à droite contient les domaines dans lesquels le Canada se spécialise, mais où il a tendance à publier dans des revues qui ne sont pas citées aussi souvent que la moyenne mondiale. Le Canada est très spécialisé dans les sciences sociales liées à la santé et bien que son impact soit inférieur à la moyenne mondiale, le Canada se spécialise également dans les sciences sociales non liées à la santé. Une bonne partie de la recherche en sciences sociales porte sur les questions spécifiques à l'emplacement et à la culture, ce qui expliquerait en partie pourquoi la recherche dans des pays plus petits comme le Canada est publiée de façon disproportionnée dans des revues localement spécialisées qui sont relativement moins citées que la moyenne mondiale.

Finalement, le quadrant inférieur gauche de la **Figure 5.16** indique les domaines dans lesquels le Canada n'est pas spécialisé et pour lesquels il ne publie pas dans des revues très citées. Au niveau agrégé, la grande faiblesse du Canada est dans la recherche en ingénierie où l'intensité de la recherche est relativement faible et où ses publications paraissent dans des revues qui sont moins citées que la moyenne mondiale dans ce domaine. Bien entendu, il y a des exceptions importantes dans les sous-secteurs du génie.

**Figure 5.16**

Position du Canada dans les sciences, le génie et les sciences sociales, 1997-2004



La **Figure 5.17** calcule, par quadrant, les 125 sous-secteurs de recherche qui sous-tendent le tableau macro de la **Figure 5.16**. L'**Annexe 5** montre ces résultats de façon graphique. Le quadrant de la partie supérieure droite comprend les domaines où la force est évidente d'après les mesures bibliométriques - c'est-à-dire que le Canada est supérieur à la moyenne mondiale dans la spécialisation (IS) et la qualité (FIRM). Les autres quadrants sont définis de la même façon. Les sous-secteurs dans chaque quadrant ne sont pas présentés dans un ordre particulier en ce qui concerne l'IS ou le FIRM, ils sont plutôt regroupés selon les principales grappes définies au début du chapitre. Les données numériques dont découle le tableau se trouvent à l'**Annexe 5**.

**Figure 5.17**

**Sous-secteurs attribués par quadrant bibliométrique**

\* Les sous-secteurs indiqués par un astérisque sont ceux pour lesquels il n’y avait pas d’équivalent clair parmi les 197 sous-secteurs de l’enquête.

<b>Quadrant II : IS &lt;1, FIRM &gt;1</b>		<b>Quadrant 1 : IS &gt;1, FIRM &gt;1</b>	
<p><b>Santé</b> Recherche sur le cancer Infection et immunité Santé mentale, toxicomanie Gastroentérologie* Pathologies* Obstétrique et gynécologie* Dermatologie* Oto-rhino-laryngologie* Urologie* Médecine tropicale* Pharmacie* Recherche biomédicale* Génie biomédical Sciences dentaires</p> <p><b>TIC</b> Optique; laser Génie électron. /photonique</p> <p><b>Ressources naturelles</b> Génie du pétrole/polymères</p>	<p><b>Autres</b> Chimie générale* Chimie appliquée* Chimie analytique Chimie inorganique Chimie organique Chimie des polymères Chimie physique Physique chimique* Physique générale* Physique appliquée* Physique des matières condensées Phys. nucléaire et part. élémentaires Phys. astronomique, cosmologie Sci. phys. - nano Biosciences - nano Biologie cellulaire Microbiologie Microscopie* Génie nucléaire Autres génies mécaniques Psychol., éducation*</p>	<p><b>Santé et sci. connexes</b> Recherche clinique Radiol, méd. nucléaire* Génét, génom.,protéom. Génétique (médicale) Santé circ./respir. Neurobiol./Neurosci. Nutrit., métabol, diabète App. locomoteur, arthr. Dév et santé enf./adol. Pharmacologie* Fertilité* Sciences infirmières Orthopédie* Réadaptation* Kinésiologie Psychiatrie* Sci. sociales, bioméd*</p> <p><b>TIC</b> Sciences informatiques</p> <p><b>Environnement</b> Biol. marine, hydrobiol.* Océanographie Hydrologie Écol. et biol. évolut. Climat et météorologie Sci environnementale*</p>	<p><b>Res. nat./environnement</b> Géo. phys., télédétection Géochim. et géochronol. Science des sols</p> <p><b>Ressources naturelles</b> Géologie Génie forestier</p> <p><b>Autres</b> Psychologie* Psychol., mathématique* Psychologie, clinique* Psychologie sociale Sci. sociales, interdiscipl.* Service social* Enjeux sociaux* Études des femmes* Anthropologie Études sur les transports* Ergonomie* Génie général* Acoustique* Recherche opérationnelles* Statistiques mathématiques Mathématiques pures Biologie animale Sciences vétérinaires Biochimie</p>
<b>Quadrant IV : IS &lt;1, FIRM &lt;1</b>		<b>Quadrant III : IS &gt;1, FIRM &lt;1</b>	
<p><b>Santé</b> Chirurgie* Ophtalmologie* Parasitologie* Nanomédecine et médecine régénératrice</p> <p><b>Environnement</b> Génie environnemental</p> <p><b>Ressources naturelles</b> Métaux et métallurgie*</p>	<p><b>Autres</b> Communications, média et culture Génie aéronautique Génie des matériaux Physique des plasmas Math. appliquée Démographie Droit et criminologie</p>	<p><b>Santé</b> Physiologie Embryologie* Vieillessement Santé – popul./publique Serv. et politique santé</p> <p><b>Environnement</b> Géo, planif. urbaine et environnementale</p> <p><b>Ressources naturelles</b> Géophys. et sismologie Mines et transformation des minéraux</p> <p><b>Ress. nat./environnement</b> Sci. terre et planétaire*</p>	<p><b>Autres</b> Psychologie, biologie* Psychol. expérimentale* Éducation Linguistique Sociologie Études de la famille* Relat. industri. et travail* Sci. pol. et admin. publique Économie Affaires et gestion Entomologie* Biologie végétale Génie agricole Génie civil Génie électrique Génie industriel Autres génie chimique</p>

Dans la **Figure 5.18**, nous présentons séparément les 30 principaux sous-secteurs en termes de qualité (FIRM) et d'intensité (IS) des publications. Certaines tendances nettes ressortent, en particulier le fait que les 30 principaux domaines appartiennent essentiellement aux grappes identifiées dans l'enquête. En termes de qualité des publications, les 30 premiers domaines comprennent 11 sous-secteurs des sciences de la santé et autres sciences de la vie et trois en environnement. Pour ce qui est de la spécialisation relative, neuf sous-secteurs sont liés aux ressources naturelles et à l'environnement et sept à la santé et aux sciences de la vie connexes. Une importante grappe de cinq sous-secteurs de la psychologie apparaît dans la liste de la plus grande spécialisation et 11 sous-secteurs de la chimie et de la physique dans la liste de la plus grande qualité, telle qu'elle est mesurée par le FIRM.

## Figure 5.18

### 30 premiers sous-secteurs selon le FIRM et l'IS

(Les sous-secteurs indiqués par un astérisque sont ceux pour lesquels il n'existait pas d'équivalent évident parmi les 197 sous-secteurs de l'enquête en ligne.)

#### 30 premiers selon le FIRM

		FIRM	IS
1	Chimie inorganique	1,43	0,55
2	Recherche clinique (transversale)	1,41	1,10
3	Gastroentérologie*	1,41	0,72
4	Psychologie, éducation*	1,40	0,81
5	Physique générale*	1,29	0,65
6	Pathologie*	1,26	0,82
7	Obstétrique et gynécologie*	1,25	0,76
8	Chimie générale*	1,25	0,75
9	Génie nucléaire	1,25	0,56
10	Psychologie*	1,23	1,33
11	Génie - général*	1,23	1,10
12	Chimie analytique	1,23	0,66
13	Pharmacie*	1,23	0,37
14	Physique - matière condensée	1,22	0,49
15	Sciences sociales, biomédicales*	1,21	1,95
16	Recherch. biomédicale - général*	1,21	0,90
17	Cancer	1,21	0,88
18	Biol. marine et hydrobiologie*	1,20	1,87
19	Océanographie	1,20	1,37
20	Chimie appliquée*	1,19	0,84
21	Chimie des polymères	1,19	0,69

#### 30 premiers selon l'IS

	IS	FIRM
Génie forestier	3,06	1,03
Relations industrielles/travail*	2,49	0,75
Mines et minéralurgie	2,48	0,97
Hydrologie	2,36	1,00
Psychologie, mathématique*	2,06	1,16
Kinésiologie	2,05	1,02
Génie civil	2,05	0,83
Psychologie expérimentale	1,99	0,94
Géologie	1,98	1,05
Recherche opérationnelle*	1,98	1,03
Sciences sociales, biomédicales*	1,95	1,21
Biol. marine et hydrobiologie*	1,87	1,20
Psychologie, sociale	1,86	1,06
Science de la terre*	1,82	0,89
Psychiatrie*	1,78	1,05
Sciences de l'environnement*	1,74	1,08
Psychologie, biologique*	1,71	0,95
Biologie animale	1,70	1,07
Science du sol	1,70	1,05
Physiologie	1,65	0,98
Ergonomie*	1,63	1,05

### 30 premiers selon le FIRM

	FIRM	IS	
22	Chimie organique	1,18	0,62
23	Dermat./maladies vénériennes*	1,18	0,46
24	Psychologie, mathématique*	1,16	2,06
25	Dév. et santé - enfants/adolesc.	1,16	1,23
26	Santé circulatoire et respiratoire	1,16	1,09
27	Phys. nucléaire/part. élément.	1,15	0,87
28	Nanophysique	1,15	0,49
29	Astron., astrophys. et cosmologie	1,14	0,99
30	Écologie et biol. de l'évolution	1,13	1,47

### 30 premiers selon l'IS

	IS	FIRM
Études sur les transports*	1,62	1,03
Services et politiques de santé	1,61	0,76
Études des femmes*	1,56	1,00
Linguistique	1,56	0,83
Entomologie*	1,53	0,98
Santé publique et populations	1,53	0,92
Psychologie, clinique*	1,52	1,09
Réadaptation*	1,48	1,00
Écologie et biol. de l'évolution	1,47	1,13

Les sous-secteurs surlignés de la **Figure 5.18** sont ceux dans lesquels le Canada publie plus intensément que la moyenne mondiale et dont la qualité des publications est supérieure à la moyenne mondiale, ce sont les gagnants sur les deux tableaux. Par exemple, la recherche clinique, la psychologie générale, l'ingénierie forestière, la biologie marine, l'océanographie, l'hydrologie, la géologie, les sciences environnementales et l'écologie sont tous des domaines dans lesquels le Canada excelle tant sur le plan de la qualité des publications que de leur intensité. En ce qui concerne les sciences sociales, le Canada est particulièrement bien placé en sciences sociales de la biomédecine, psychologie sociale et études des femmes où l'intensité de publication est élevée et la qualité se situe dans la moyenne mondiale (ou plus fort).

Nous avons également remarqué certains domaines dans lesquels le Canada se spécialise mais ne publie pas dans des revues très citées – par exemple, le génie minier et la transformation des minéraux, le génie civil, la santé de la population et la santé publique, et la psychologie expérimentale. D'autres domaines des sciences sociales où le Canada se spécialise – mais qui ne se trouvent pas dans les 30 premiers selon le classement par IS – comprennent les sciences politiques (IS = 1,31, FIRM = 0,68) et les études familiales (IS = 1,14, FIRM = 0,70). D'autres études seraient nécessaires pour définir la mesure dans laquelle la faiblesse mesurée par le FIRM dans ces cas est attribuable à la nature locale des nombreuses disciplines dans les sciences sociales. Cela pourrait limiter la portée des publications canadiennes dans la plupart des revues citées, qui ont souvent une perspective essentiellement américaine.

D'autre part, le Canada produit une recherche de qualité exceptionnellement élevée dans certains domaines où notre spécialisation est relativement faible, notamment la chimie inorganique, le génie nucléaire et la recherche sur le cancer.

La grappe qui ne paraît pas dans la liste des 30 premiers domaines de la **Figure 5.18** est celui des TIC. Les sous-catégories utilisées pour obtenir les mesures des publications scientifiques ne tiennent pas compte de bon nombre de sous-secteurs scientifiques pertinents dans l'univers complexe des sciences informatiques modernes. Nous avons construit une catégorie bibliométrique générale pour les sciences informatiques qui regroupe cinq sous-secteurs compris dans l'enquête (développement et théorie des logiciels, matériel, bases de données et systèmes d'information, interfaces ordinateur-

humain, intelligence artificielle et robotique). La catégorie regroupée comporte de forts paramètres bibliométriques – un IS de 1,24 et un FIRM de 1,01, les deux supérieurs à la moyenne mondiale. De plus, dans deux domaines liés aux TIC – physique optique et du laser (FIRM de 1,02) et génie électronique et photonique (FIRM = 1,01) – le Canada publie selon les normes mondiales.

À l'autre bout du spectre, le **Figure 5.19** montre les domaines dans lesquels le Canada n'est pas spécialisé ni représenté au-dessus de la moyenne mondiale dans les revues les plus citées – par exemple chirurgie, ophtalmologie, génie des matériaux, métallurgie et génie aéronautique. La faiblesse relative de cette dernière spécialité est remarquable compte tenu de l'importance industrielle du secteur de l'aérospatiale au Canada.

## Figure 5.19

### Domaines dans lesquels le FIRM et l'IS sont inférieurs à la moyenne mondiale

\* Les sous-secteurs identifiés avec un astérisque sont ceux dont il n'y a pas d'équivalent distinct parmi les 197 sous-secteurs traités dans l'enquête en ligne.

Classés par FIRM décroissant			Classés par IS décroissant		
Sous-secteurs	FIRM	IS	Sous-secteurs	IS	FIRM
Parasitologie*	0,99	0,83	Mathématiques appliquées	0,99	0,95
Physiques Plasma	0,99	0,60	Métaux & Métallurgie*	0,98	0,77
Génie aérospatial	0,98	0,70	Chirurgie*	0,98	0,92
Génie environnemental	0,98	0,94	Démographie	0,95	0,78
Ophthalmologie*	0,95	0,80	Génie environnemental	0,94	0,98
Mathématiques appliquées	0,95	0,99	Parasitologie*	0,83	0,99
Médecine - nano et régénératrice	0,93	0,59	Ophthalmologie*	0,80	0,95
Chirurgie*	0,92	0,98	Droit et criminologie	0,76	0,90
Génie des matériaux	0,91	0,61	Génie aérospatial	0,70	0,98
Communications, Media & Culture	0,91	0,61	Communications, Media & Culture	0,61	0,91
Droit et criminologie	0,90	0,76	Génie des matériaux	0,61	0,91
Démographie	0,78	0,95	Physiques Plasma	0,60	0,99
Métaux & Métallurgie*	0,77	0,98	Médecine - nano et régénératrice	0,59	0,93

Nous avons également calculé les chiffres relatifs à la croissance des volumes de publications pour le Canada et le reste du monde qui comparent la totalité des publications entre 2001 et 2004 avec la période 1997-2000. Ces données sont complexes et difficiles à interpréter et sont résumées à l'**Annexe 5**. Elles sont également comparées avec l'indicateur de tendance nette qui découle des données de l'enquête (**Annexe 6**). Le comité invite les divers groupes d'experts à examiner ces données et à en interpréter l'importance.

Pour conclure, lorsque les données bibliométriques sont considérées dans leur totalité, la force générale du Canada dans la recherche publiée apparaît. Nous constatons que :

- Pour 38 % des 125 domaines analysés, tant la qualité des publications (FIRM) que leur intensité (IS) sont supérieures à la moyenne mondiale. Dans seulement 10 % des 125 disciplines, la qualité et l'intensité sont inférieures à la moyenne mondiale.
- Dans presque 70 % des 125 disciplines, les cotes de qualité des publications étaient supérieures à la moyenne mondiale.
- Dans seulement 11 des 125 disciplines, la cote de qualité des publications était moins de 90 % de la moyenne mondiale.

## Technométrie – Évaluation des atouts grâce aux données sur les brevets

La technométrie, soit l'analyse des données sur les brevets, évalue une importante dimension des extrants de l'innovation commerciale. Le rapport utilise la base des données du Patent and Trademark Office des États-Unis (USPTO) comme source des indicateurs de brevet. Ces catégories ont été établies à partir des inventions au début du siècle dernier. Bon nombre de ces catégories ne sont pas suffisamment précises pour représenter de façon adéquate les inventions d'aujourd'hui.

La **Figure 5.20** montre la position du Canada par rapport à l'intensité technologique (IS), c'est-à-dire la spécialisation du Canada dans un domaine de brevet par rapport à la spécialisation mondiale dans ce domaine, et la qualité de ces brevets. La qualité est représentée par la Moyenne de citations relatives (MCR) qui mesure le nombre de fois que ces brevets sont cités par rapport à d'autres dans leur domaine technologique. (**Encadré 5.3**)

La base de données utilisée par Science-Metrix contient de l'information sur tous les brevets accordés par l'USPTO depuis 1976. Les statistiques présentées dans le rapport concernent les brevets utilitaires (sauf les brevets dans la catégorie « plantes » qui sont compris dans la catégorie « agriculture ») qui ont été accordés – et non les demandes de brevet.

Le Canada est en très bonne place dans le domaine de l'optique et de la photonique (ce qui complémente la force en recherche de TIC indiquée plus haut), dans les technologies de la production d'énergie, en génie civil, transport ferroviaire et technologie marine (**Figure 5.20**). Bien que le nombre des brevets ait baissé dans les technologies des télécommunications depuis l'effondrement des dotcom en 2000, ce domaine, ainsi que l'optique et la photonique – constitue une base solide de croissance industrielle future.

## Encadré 5.3

### Indicateurs technométriques

**Nombre de brevets :** Contrairement aux publications scientifiques, les brevets comptent deux domaines qui contiennent des renseignements géographiques pertinents – l'adresse de l'inventeur et l'adresse du cessionnaire. Ces champs sont utilisés pour calculer les statistiques selon deux indicateurs, à savoir l'invention et la propriété intellectuelle (PI). Ce rapport présente les données sur la PI, c'est-à-dire l'endroit où se trouvent les propriétaires des brevets, ce qui est un bon indicateur de l'impact économique possible des inventions.

**Moyenne de citations relatives (MCR) :** Le nombre des citations reçues pour chaque brevet a été compté pour l'année dans laquelle le brevet a été accordé et les deux années suivantes. Pour les brevets accordés en 1995, par exemple, les citations reçues en 1995, 1996 et 1997 ont été comptées. La seule exception est l'année 2003, qui contient une fenêtre de citations de deux ans, et 2004, qui contient une fenêtre de citations d'un an. Les notes sont calculées par rapport au nombre de citations reçues par brevet dans le même domaine.

La plus grande faiblesse du Canada concerne la technologie nucléaire, ce qui peut être attribuable en partie à l'incapacité des catégories de brevet américaines à prendre en compte les technologies nucléaires, mais peut aussi refléter le fait que les technologies nucléaires ont été négligées dans les années 90 lorsque les prix du carburant et les pressions environnementales ont entraîné un désintérêt pour cette discipline. Pourtant, ce phénomène a été largement répandu et il est surprenant que le Canada ne soit pas en meilleure position par rapport à la concurrence mondiale.

Le Canada produit de la propriété intellectuelle considérable dans les secteurs des produits pharmaceutiques et de la biotechnologie, mais cela n'est pas cité aussi souvent que d'autres brevets dans ce domaine, ce qui laisse à penser que leur importance technologique agrégée est inférieure à la moyenne mondiale.

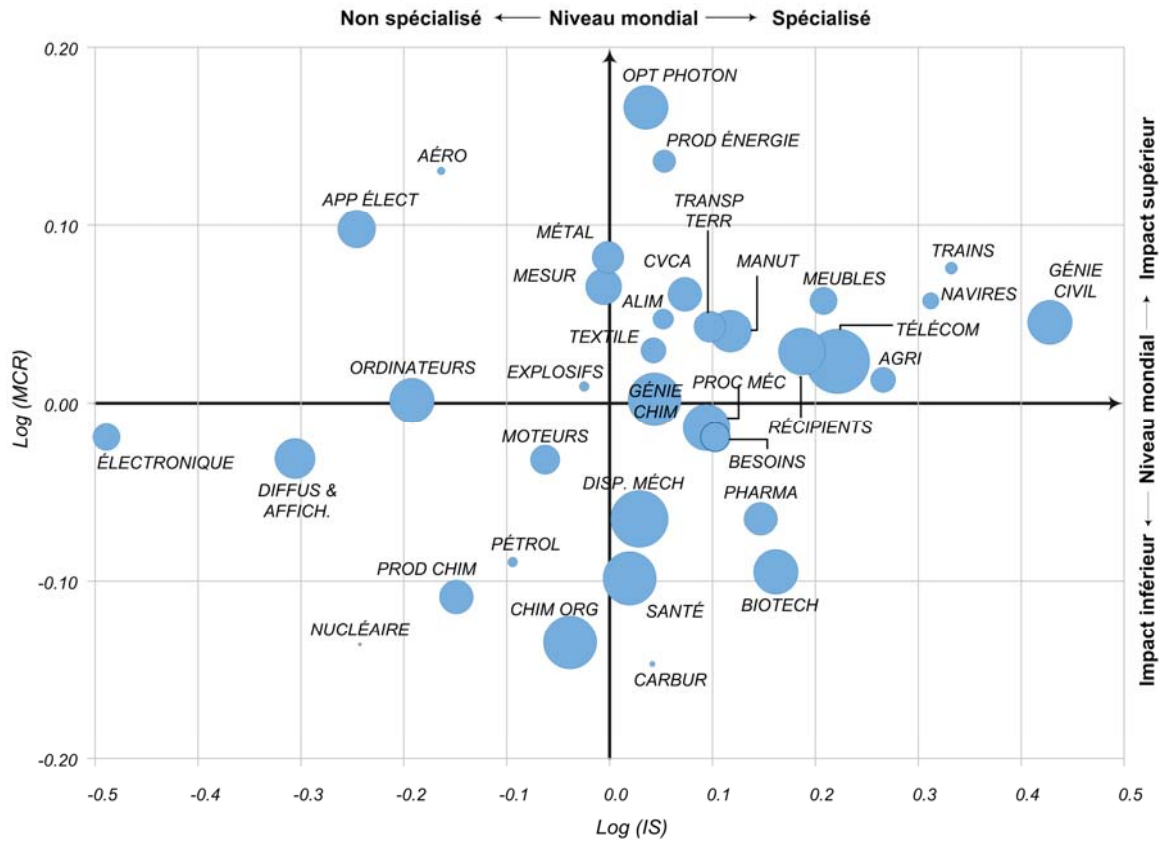
L'octroi de brevets est relativement faible au Canada dans de nombreux domaines où il produit de la science de bonne qualité. Cela est particulièrement vrai de la chimie. Les produits chimiques, la chimie organique et les technologies liées au pétrole en sont des exemples particulièrement notables.

Nous avons également calculé les chiffres correspondant à la croissance des brevets au Canada. On en trouvera un résumé à l'**Annexe 5**. Ces données montrent que dans les cinq dernières années, le Canada a augmenté sa part de brevets de l'USPTO accordés dans le secteur des TIC, de la santé et de la biotechnologie

**Figure 5.20**

**Brevets canadiens dans le contexte mondial, 1995-2004**

La taille des cercles est proportionnelle au nombre de brevets accordés entre 1995 et 2004.



**Comparaison des données métriques et de l'enquête**

L'analyse bibliométrique avait pour but de faire des comparaisons avec les résultats de l'enquête dans les sous-secteurs de la recherche scientifique. Bien qu'une comparabilité parfaite soit impossible, nous avons pu créer des catégories bibliométriques avec un chevauchement raisonnable de presque 90 % des sous-secteurs de recherche compris dans l'enquête<sup>8</sup>. Les 78 sous-secteurs comparables, ainsi que leurs données bibliométriques et de l'enquête, sont présentés à l'Annexe 6.

<sup>8</sup> Pour faciliter la comparaison bibliométrique, nous avons réuni les cinq sous-domaines de l'enquête des sciences informatiques en une seule catégorie Informatique, nous avons combiné Particules élémentaires avec Physique nucléaire et Science climatique et Météorologie. Nous avons également omis les 10 sous-secteurs des sciences humaines car ceux-là n'ont pas été analysés de façon bibliométrique.

La question est de savoir si l'enquête et la bibliométrie sont raisonnablement en harmonie en ce qui concerne les atouts de l'ensemble commun des sous-secteurs. La réponse n'est pas simple pour les raisons suivantes :

- Le concept de force dans notre analyse bibliométrique était explicitement bidimensionnel : (1) l'indice de spécialisation (IS) est un indicateur de l'intensité relative de la recherche publiée au Canada dans un domaine et (2) le facteur d'impact relatif moyen (FIRM) est une représentation de la qualité.
- Mais on a demandé aux répondants de tenir compte à la fois de la qualité et de l'intensité (ou quantité) de la recherche canadienne dans un sous-secteur pour en arriver à une évaluation intégrée de sa force par rapport aux autres pays avancés. Dans l'esprit des répondants, ce jugement combiné a été considéré comme une mesure unidimensionnelle de force sur l'échelle à 7 points.
- Il n'y a pas de façon non ambiguë de réunir les deux dimensions bibliométriques, IS et FIRM, en un seul indicateur de force qui puisse être directement comparé avec l'échelle à 7 points de l'enquête. Par exemple, si un domaine a un IS faible et un FIRM élevé (ou vice-versa), devrait-il être considéré comme fort ou faible?
- Il existe également une non-comparabilité plus subtile découlant de la définition et des limites des sous-secteurs. Les répondants au sondage n'auront probablement pas lu la même chose dans les titres des sous-secteurs du questionnaire. Et leurs définitions bibliométriques (dont un bon nombre ont été créées spécialement pour cette étude) font intervenir des jugements de valeur sur les revues à inclure ou exclure pour calculer la cote d'un domaine donné.

C'est pourquoi le degré de concordance ou de divergence entre les mesures bibliométriques et de l'enquête ne peut être estimé que de façon approximative. En particulier, nous n'avons pas tenté de combiner les paramètres IS et FIRM en un seul indice bibliométrique de force car il n'y a pas de façon unique de combiner les deux. Nous avons plutôt comparé la cote de force donnée dans l'enquête – c'est-à-dire la cote moyenne pondérée sur une échelle de 7 points – avec chacun des deux paramètres bibliométriques de force, IS et FIRM, séparément. Nous avons adopté la méthode détaillée à l'**Annexe 6** qui attribue les sous-secteurs à neuf cellules selon que :

- la cote de force de l'enquête du sous-secteur figure dans la première tranche de 30 %, la dernière tranche de 30 % ou la tranche moyenne de 40 %, classée par la valeur moyenne sur l'échelle à 7 points;
- le paramètre bibliométrique de force – FIRM ou IS – est dans la tranche supérieure de 30 %, inférieure de 30 % ou moyenne de 40 %.

Les résultats sont résumés à la **Figure 5.21(a)** et **(b)**.

**Figure 5.21(a)**

**Comparaison de l'enquête et de la bibliométrie - Force contre FIRM**

<b>Cote de force de l'enquête</b>	<b>Fort (30% supérieur)</b>	<p><b>FIRM (faible) Enquête (fort)</b></p> <p>Géophysique et sismologie Mines et minéralurgie Communication, médias &amp; culture Géographie; planification urbaine et environnementale Génie électrique</p>	<p><b>FIRM (moyen) Enquête (fort)</b></p> <p>Climatologie et météorologie Géologie Géographie physique et télédétection Génie forestier Santé mentale et toxicomanies Neurobiologie et neurosciences Optique et lasers Géochimie et géochronologie Génie électronique et photonique Hydrologie</p>	<p><b>FIRM (fort) Enquête (fort)</b></p> <p>Recherche - Cancer Océanographie Santé circulaire et respiratoire Astronomie, astrphysique et cosmologie Maladies infectieuses et immunitaires Génétique, génomique et protéomique Génétique Génie pétrolier/polymères</p>
	<b>Moyen (40% médiane)</b>	<p><b>FIRM (faible) Enquête (moyen)</b></p> <p>Mathématiques appliquées Gestion et management Biologie végétale Génie environnemental Vieillesse Droit et criminologie Santé publique et populations Génie agricole Génie des matériaux Science politique et administration publique Génie civil</p>	<p><b>FIRM (moyen) Enquête (moyen)</b></p> <p>Biologie animale Biologie cellulaire Science du sol Biochimie Mathématiques pures Microbiologie Génie biomédical Informatique Économie Génie chimique - autres Génie aérospatial</p>	<p><b>FIRM (fort) Enquête (moyen)</b></p> <p>Recherche clinique (transversale) Physique de la matière condensés Chimie inorganique Génie nucléaire Développement et santé des enfants et des adolescents Chimie des polymères Nutrition, métabolisme et diabète Chimie organique Écologie et biologie de l'évolution Chimie physique</p>
	<b>Faible (30% inférieur)</b>	<p><b>FIRM (faible) Enquête (faible)</b></p> <p>Psychologie expérimentale Éducation Nanomédecine et médecine régénérative Sociologie Linguistique Démographie Services et politiques de la santé</p>	<p><b>FIRM (moyen) Enquête (faible)</b></p> <p>Sciences dentaires Psychologie, sociale Anthropologie Kinesologie Génie mécanique - autres Statistique Science vétérinaire Génie industriel Nanobiologie Physique des plasmas Physiologie</p>	<p><b>FIRM (fort) Enquête (faible)</b></p> <p>Chimie analytique Nanophysique Physique nucléaire et particules élémentaires Sciences infirmières Appareil locomoteur et arthrite</p>
	<b>Faible (30% inférieur)</b>	<b>Moyen (40% médiane)</b>	<b>Fort (30% supérieur)</b>	
	<b>Facteur d'impact relatif moyen (FIRM)</b>			

**Figure 5.21(b)**

**Comparaison de l'enquête et de la bibliométrie - Force contre IS**

<b>Cote de force de l'enquête</b>	<b>Fort (30% supérieur)</b>	<p style="text-align: center;"><b>IS (faible) Enquête (fort)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Recherche – Cancer</li> <li>Génie électronique et photonique</li> <li>Génie pétrolier/polymères</li> <li>Communication, médias &amp; culture</li> <li>Optique et lasers</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>IS (moyen) Enquête (fort)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Génétique</li> <li>Géophysique et sismologie</li> <li>Océanographie</li> <li>Génie électrique</li> <li>Santé circulatoire et respiratoire</li> <li>Génétique, génomique et protéomique</li> <li>Astronomie, astrphysique et cosmologie</li> <li>Maladies infectieuses et immunitaires</li> <li>Santé mentale et toxicomanies</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>IS (fort) Enquête (fort)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Génie forestier</li> <li>Géologie</li> <li>Hydrologie</li> <li>Mines et minéralurgie</li> <li>Climatologie et météorologie</li> <li>Géochimie et géochronologie</li> <li>Géographie; planification urbaine et environnementale</li> <li>Neurobiologie et neurosciences</li> <li>Géographie physique et télédétection</li> </ul>
	<b>Moyen (40% médiane)</b>	<p style="text-align: center;"><b>IS (faible) Enquête (moyen)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Génie biomédical</li> <li>Droit et criminologie</li> <li>Génie aérospatial</li> <li>Chimie organique</li> <li>Chimie physique</li> <li>Chimie des polymères</li> <li>Physique de la matière condensés</li> <li>Chimie inorganique</li> <li>Génie des matériaux</li> <li>Génie nucléaire</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>IS (moyen) Enquête (moyen)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Gestion et management</li> <li>Génie chimique - autres</li> <li>Science politique et administration</li> <li>Informatique</li> <li>Économie</li> <li>Développement et santé et des adolescents</li> <li>Biologie végétale</li> <li>Biochimie</li> <li>Recherche clinique (transversale)</li> <li>Nutrition, métabolisme et diabète</li> <li>Mathématiques pures</li> <li>Mathématiques appliquées</li> <li>Biologie cellulaire</li> <li>Génie environnemental</li> <li>Microbiologie</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>IS (fort) Enquête (moyen)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Génie civil</li> <li>Biologie animale</li> <li>Écologie et biologie de l'évolution</li> <li>Santé publique et populations</li> <li>Science du sol</li> <li>Vieillessement</li> <li>Génie agricole</li> </ul>
	<b>Faible (30% inférieur)</b>	<p style="text-align: center;"><b>IS (faible) Enquête (faible)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Nanobiologie</li> <li>Physique nucléaire et particules élémentaires</li> <li>Génie mécanique - autres</li> <li>Chimie analytique</li> <li>Sciences dentaires</li> <li>Nanomédecine et médecine régénérative</li> <li>Nanophysique</li> <li>Physique des plasmas</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>IS (moyen) Enquête (faible)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Appareil locomoteur et arthrite</li> <li>Sciences infirmières</li> <li>Anthropologie</li> <li>Statistique</li> <li>Science vétérinaire</li> <li>Éducation</li> <li>Sociologie</li> <li>Démographie</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>IS (fort) Enquête (faible)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Psychologie expérimentale</li> <li>Kinesiologie</li> <li>Services et politiques de la santé</li> <li>Linguistique</li> <li>Physiologie</li> <li>Psychologie, sociale</li> <li>Génie industriel</li> </ul>
	<b>Faible (30% inférieur)</b>	<b>Moyen (40% médiane)</b>	<b>Fort (30% supérieur)</b>	
	<b>Indice de spécialisation bibliométrique (IS)</b>			

Les principaux blocs en diagonal de la **Figure 5.21 - c.-à-d., inférieur gauche, milieu, supérieur droit**, indiquent les secteurs de concordance approximatifs entre les paramètres de l'enquête et de la bibliométrie. Par exemple, les cotes de l'enquête et du FIRM indiquent que la recherche sur le cancer (cellule supérieure droite de la **Figure 5.21(a)**) est un domaine de force au Canada alors que la psychologie expérimentale (cellule inférieure gauche) fait partie des 30 % inférieur des sous-secteurs pour l'enquête et le FIRM. De même, les blocs des parties supérieure gauche et inférieure droit de la matrice indiquent des secteurs de divergence importante. Par exemple, la chimie analytique est forte sur le FIRM mais faible dans l'enquête. La géophysique et la sismologie sont à l'opposé, relativement faible selon le FIRM mais fort dans l'enquête.

La **Figure 5.21(b)** est l'autre matrice qui compare le classement des forces de l'enquête avec le classement bibliométrique de la spécialisation au Canada par rapport au reste du monde (IS). Il n'existe pas de similarité systématique entre les deux tableaux. En fait, l'IS et le FIRM ne sont pas positivement corrélés eux-mêmes.

Nous n'avons pas tenté d'interpréter les raisons possibles des divergences entre l'enquête et chacun des indicateurs bibliométriques dans les **Figures 5.21**. Cela revient aux divers groupes d'experts. Nous ferons seulement observer que les points de divergence évidents entre les mesures bibliométriques et de l'enquête ne semblent pas correspondre à une tendance systématique et n'invalideraient pas certainement l'identification des quatre groupes de force canadienne en S et T découlant des réponses au sondage.

Nous avons comparé l'application des méthodes bibliométriques de l'enquête aux domaines de recherche scientifique dans lesquels la publication dans les revues est généralement l'extrait principal. Pourrait-on faire une comparaison semblable entre les données technométriques et les résultats de l'enquête pour les atouts canadiens dans les domaines d'application technologique?

Il s'agit d'une importante distinction à faire entre : a) l'évaluation de la force du Canada dans les domaines de *l'application technologique* et b) la prévalence des activités créatives dans des domaines particuliers au Canada. Les deux mesures sont très différentes. Les répondants à l'enquête ont exprimé des opinions sur la qualité et la quantité des technologies et sur les capacités techniques particulières déployées au Canada – par exemple réseaux sans fil, imagerie médicale, technologie automobile, pâtes et papier, pipelines. La plupart des grands secteurs de l'économie canadienne utilisent les technologies de pointe, mais normalement cette technologie provient de partout dans le monde ou s'appuie sur des inventions qui sont nées ailleurs.

Les mesures technométriques portent sur une dimension différente de la force de la S et T – c'est-à-dire le développement de biens et de services brevetables au Canada. Il n'existe pas de corrélation nécessaire entre la force du Canada en matière d'application technologique et sa force en matière de brevets. Les deux seront liés dans certains domaines de la technologie, mais aux fins de notre étude, nous les considérons comme complémentaires. Par conséquent, nous n'avons pas tenté de déterminer une divergence quelconque entre les classements technométriques et de l'enquête.

## Enquête et données métriques – Conclusion

La principale conclusion de l'enquête d'opinion réalisée auprès des experts est que les atouts du Canada en S et T correspondent essentiellement à quatre grandes grappes – les ressources naturelles, les technologies de l'information et des communications, la santé et les sciences de la vie connexes et l'environnement.

L'analyse bibliométrique des publications de recherche scientifique est largement conforme aux grandes constatations de l'enquête. Le Canada publie intensément dans des domaines liés aux ressources naturelles et à l'environnement, dont la qualité des publications est très souvent supérieure à la moyenne mondiale. Le Canada est un peu moins intensivement représenté dans les sciences de la santé et sciences de la vie connexes, mais la qualité tend à être élevée dans l'ensemble. La grappe des TIC ne se retrouve pas en très bonne place dans l'analyse bibliométrique, en partie du fait des limites de la classification des sous-secteurs, et en partie du fait de l'orientation plus technologique des TIC. La force du Canada dans ce dernier domaine a été démontrée dans les données technométriques.

L'enquête et les données bibliométriques révèlent plusieurs autres domaines dans lesquels la force du Canada est remarquable. Mais les deux perspectives ne sont pas toujours en accord. L'analyse bibliométrique révèle la qualité exceptionnellement élevée de la recherche canadienne publiée dans de nombreux domaines de la chimie et de la physique, des secteurs qui sont moins bien cotés dans l'enquête. De même, dans certains des domaines transdisciplinaires plus récents comme les communications, les médias et les sciences culturelles, les résultats de l'enquête montrent une plus grande force canadienne que les données bibliométriques ne l'indiquent.

Dans l'ensemble, les résultats indiquent que les optiques de l'enquête et des mesures bibliométriques se renforcent et sont *complémentaires*.

## Un regard depuis l'extérieur

Le regard depuis l'extérieur sur les atouts de la S et T canadienne est un complément important de l'enquête et de l'analyse bibliométrique et pourrait être plus objectif et les domaines dans lesquels les étrangers cherchent à collaborer avec le Canada sont sans doute ceux dans lesquels ils estiment que nous possédons des forces particulières.

Dans le temps qui nous était imparti, il nous a été impossible de solliciter un ensemble suffisant et informé d'opinions étrangères sur les forces du Canada en matière de S et T. Les résultats de l'enquête comprennent 69 réponses de l'étranger, mais ce chiffre est trop limité et non représentatif pour être une base fiable permettant de tirer des conclusions. Il n'existe pas pour le moment de bases de données qui contiennent tous les accords internationaux signés par le Canada concernant la S et T, encore moins la multitude de collaborations informelles ou semi-formelles entre les scientifiques du Canada et leurs collègues dans le monde.

Nous n'avons donc qu'une capacité très limitée d'utiliser les points de vue pertinents de l'étranger. À partir de l'information fournie par les conseillers en S et T et les délégués

commerciaux du Canada, nous avons résumé à la **Figure 5.23** un certain nombre de protocoles d'entente et des accords officiels sur la S et T avec plusieurs pays. Il s'agit notamment d'accords et de collaborations entre organismes avec un certain nombre de pays. La **Figure 5.23** donne un aperçu de leur teneur.

Nous tenons à souligner que les activités mentionnées dans le tableau ne comprennent pas de mesure de l'intensité de la collaboration. Bien entendu, les États-Unis sont de loin le principal partenaire du Canada pour la S et T si l'on se fie, par exemple, au nombre de publications conjointes, de brevets conjoints et d'échanges commerciaux et universitaires. Le Royaume-Uni vient en deuxième place.

Les accords indiqués dans la **Figure 5.23** correspondent assez bien avec les quatre grappes de force que nous avons définies. De nombreux accords portent sur la santé et les sciences de la vie, les ressources naturelles et les TIC. Nous soulignons en particulier les collaborations avec la Chine. Les dépenses en R et D de la Chine ont plus que doublé depuis 1996 à plus de 1,4% du PIB en 2004 et sa productivité en S et T (publications, citations, brevets) augmentera considérablement au cours des prochaines années. Il y a lieu de noter également que l'accord le plus récent a été signé avec l'Inde en 2005. Même si l'Inde se développe à un rythme plus lent que la Chine, elle devrait avoir également une forte incidence sur la S et T dans le monde.

**Figure 5.23**

**Accords, collaborations et protocoles d'entente internationaux en S et T avec le Canada**

<b>Pays</b>	<b>Danemark</b>	<b>Finlande</b>	<b>Inde</b>	<b>Italie</b>
<b>Grappe</b>				
<b>Ressources naturelles</b>			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Accord de coopération en S et T - Canada-Inde (Sciences de la terre, de la vie et TIC) (2005)</li> </ul>	
<b>Santé et sciences de la vie</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Génome Canada- Ministère danois de S, T et I PE prolongé en mai (2005)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• IRSC (Neurosci) et the Academy of Finland</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Accord Canada-Inde en S et T</li> <li>• IRSC et the Indian Council for Medical Research (2005)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Projets de recherche conjoints Canada-Italie (2005) (12 projets conjoints institut à institut) ; 7 projets en santé et sciences de la vie</li> </ul>
<b>TIC</b>			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Accord Canada-Inde en S et T</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Projets de recherche conjoints Canada-Italie ; 2 projets en TIC</li> </ul>
<b>S et T environnementale</b>			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Accord Canada-Inde en S et T</li> </ul>	
<b>Autres</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• ASC et Tekes (National Technology Agency of Finland)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• CSA et Agenzia Spaziale Italiana</li> <li>• CNRC et Consiglio Nazionale d. Ricerche</li> <li>• Projets de recherche conjoints Canada-Italie; 3 projets sur les matériaux avancés, la nanotech</li> </ul>

Remarque :

1. Voir les différents acronymes utilisé dans ce document : IRSC = Instituts canadiens de recherche en santé; ASC = Agence spatiale canadienne; CNRC = Conseil national de recherches du Canada; TIC = Technologies de l'information et des communications; PSCCI = Partenariat stratégique Canada-Californie axé sur l'innovation
2. Certains des PE ou des accords figurant sur la liste sont des PE généraux. Ce sont les cadres dans lesquels d'autres accords bilatéraux sont signés entre certains organismes ou institutions avec des entités similaires (voir le cas de l'Inde et de l'Italie).

<b>Grappe</b>	<b>Pays</b>	<b>Pays-Bas</b>	<b>Norvège</b>	<b>République populaire de Chine</b>	<b>Espagne</b>
<b>Ressources naturelles</b>			<ul style="list-style-type: none"> <li>• AquaNet et Norwegian Institute of Fisheries and Aquaculture Research</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• CNRC- Ministère S et T (2003)</li> <li>• Council of Forest Industries, UBC et U de Tongyi (2001)</li> <li>• Council of Forest Industries, UBC et Shanghai (2001)</li> <li>• Commission géologique du Canada et Bureau des séismes de Chine (2002)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coopération entre le CNRC et l'équivalent espagnol (2003)</li> <li>• Accord de coopération entre Génome Canada et Génome Espagne (2002)</li> </ul>
<b>Santé et sciences de la vie</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Initiative Génome Canada-Pays-Bas sur la génomique</li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>• IRSC et NSF de Chine (2005)</li> <li>• Industrie Canada (voir TIC)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Génome Canada et Génome Espagne (2002)</li> </ul>
<b>TIC</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Informel</i> : historique de la collaborat. : CANARIE et SURFNet</li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>• CNRC-Ministère S et T (2003)</li> <li>• Gouvernement de l'Alberta et ministère de S et T (2001)</li> <li>• Industrie Canada et Hong Kong (Biotech et TIC) (2002)</li> </ul>	
<b>S et T environnementale</b>				<ul style="list-style-type: none"> <li>• CNRC-Ministère S et T (2003)</li> <li>• Coopération sur la protection de l'environnement et le changement climatique (2001)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Accords de coopération entre les gouvernements provinciaux et régionaux et les établissements universitaires</li> </ul>
<b>Autre</b>				<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gouvernement de l'Alberta et Ministère de la S et T (2001)</li> <li>• Énergie atomique Canada Ltée. et la Société nucléaire nationale de la Chine (2003)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Centre canadien de rayonnement synchrotron et Synchrotron Espagne</li> </ul>

<b>Grappe</b> \ <b>Pays</b>	<b>Singapour</b>	<b>Suède</b>	<b>Royaume-Uni</b>	<b>États-Unis</b>
<b>Ressources naturelles</b>				
<b>Santé et sciences de la vie</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Génome Cda et Karolinska Inst. (2001)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Consortium génomique structurale (R.-U, Canada, Suède) (2003)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• IRSC et NIH (plusieurs)</li> <li>• IRSC et la Fondation Gates</li> <li>• Partenariat stratégique Cda-Californie</li> </ul>
<b>TIC</b>				<ul style="list-style-type: none"> <li>• CommNexus San Diego -Wireless Innovation Network of BC</li> <li>• Partenariat stratégique Cda-Californie</li> <li>• Alliance de commercialisation de la photonique Ottawa-Arizona</li> </ul>
<b>S et T environnementale</b>			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Importante collaboration bilatérale</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arizona State University et UBC</li> <li>• ASC et NASA/US National Oceanic and Atmospheric Administration (plus de 50 accords)</li> </ul>
<b>Autres</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ministère albertain de l'Innovation et des Sciences et A*STAR</li> <li>• PE entre CNRC et A*STAR qui a pris fin en janvier 2005 mais plusieurs projets se poursuivent.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• CANEUS et Angström Aerospace Corporation</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recherche et développement pour la défense Canada et département de la Sécurité intérieure des É.-U.</li> <li>• ASC et NASA/US National Oceanic and Atmospheric Administration (plus de 50 accords)</li> <li>• Ressources naturelles Canada et département de l'Énergie américain (R et D en énergie, Initiative internationale en recherche nucléaire) (2003)</li> <li>• Cda-Calif. SPI Inter-American Collaboration in Materials Research (comprend le Mexique et certains pays sud-américains)</li> </ul>



## 6. INFRASTRUCTURE DE S ET T DU CANADA

---

Le présent chapitre recense les composantes de l'infrastructure de S et T qui semblent présenter des avantages pour le Canada par rapport aux autres pays à économie avancée. L'infrastructure de S et T du Canada comprend un large éventail d'installations, de programmes et de politiques permettant aux personnes et aux institutions de faire progresser les connaissances et de les appliquer au bénéfice de la société canadienne.

Les installations et laboratoires de recherche à travers le pays constituent l'infrastructure matérielle nécessaire pour entreprendre des recherches de pointe et former la prochaine génération de scientifiques et de technologues canadiens. Il existe en complément une infrastructure « immatérielle » comprenant un large éventail de programmes et politiques gouvernementaux ainsi que d'autres éléments immatériels allant du régime réglementaire aux connaissances en sciences des Canadiens.

Nous relevons trois grandes catégories spécifiques d'infrastructures sous-tendant la capacité générale du Canada en S et T :

- les infrastructures qui facilitent la production du savoir – p. ex., les universités et les organismes de subvention de la recherche;
- les infrastructures favorisant la commercialisation et l'application des résultats de la recherche – p. ex., les programmes d'appui à la recherche industrielle et les incitatifs fiscaux;
- les infrastructures qui appuient d'autres objectifs de politique publique inspirés de l'activité en S et T ou les touchant de près – p. ex., concernant la santé, la sécurité publique, l'utilisation de ressources, la cueillette et l'analyse des données à l'échelle nationale ainsi que divers régimes réglementaires.

### Résultats de l'enquête d'opinion auprès des experts

La partie de l'enquête traitant de l'infrastructure était organisée autour des trois grandes catégories décrites précédemment. Celles-ci se divisaient à leur tour en quarante-huit (48) sous-catégories. On a demandé aux répondants de coter, sur une échelle de 7, l'importance de l'avantage représenté par chacune des sous-catégories pour le Canada par rapport aux autres pays à économie avancée.

Les réponses à cette partie du questionnaire ont été nombreuses, plus de 700 répondants ayant coté la plupart des composantes de l'infrastructure et aucune n'ayant été cotée par moins de 470 répondants. Nous avons organisé les résultats selon le pourcentage de répondants ayant indiqué qu'un élément particulier constituait un fort avantage pour le Canada – c.-à-d., une cote de 5, 6 ou 7. Par souci d'exhaustivité, nous présentons aussi les chiffres sommaires de cotes « désavantage » (1, 2, 3) et « ni un avantage, ni un désavantage » (4).

## Production du savoir et soutien

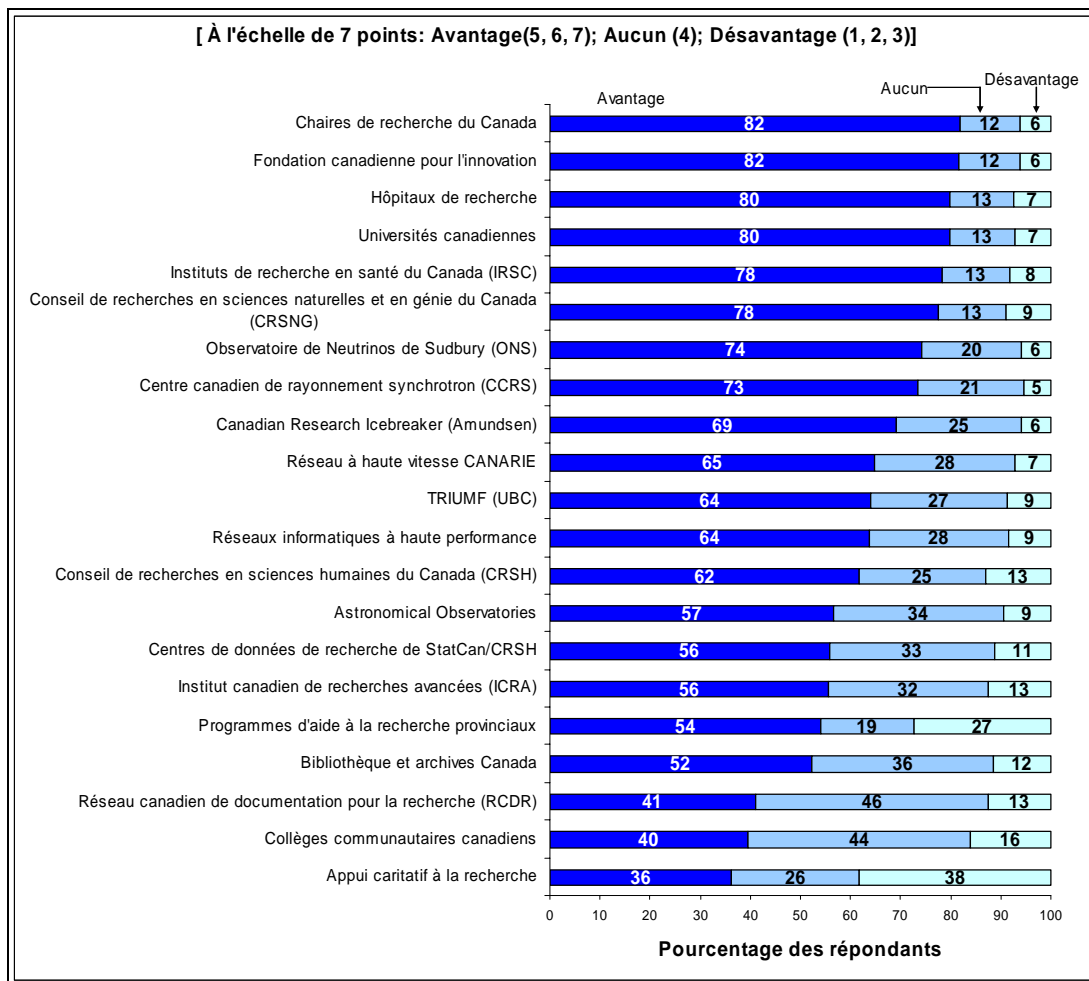
Les répondants ont été généralement d'accord sur le fait que les universités, les hôpitaux de recherche et les organismes subventionnaires canadiens, la Fondation canadienne pour l'innovation (FCI) et le Programme des chaires de recherche du Canada constituaient de solides avantages pour le Canada en ce qui a trait à la production du savoir et de personnes hautement formées (Figure 6.1).

Les cotes étaient constantes parmi les trois principaux groupes d'affiliation – gouvernement, industrie et université. Les chaires de recherche du Canada, le FCI, les hôpitaux de recherche et les universités du Canada, ainsi que deux des organismes subventionnaires de la recherche (CRSNG et IRSC), se classent tous parmi les dix premiers dans chacun des groupes (Figure 6.2). Ces six institutions étaient aussi classées parmi les dix premières par les répondants de la plupart des provinces.

L'tout le plus important pour La S et T est de bien financer la science de base parce qu'on ne peut pas prédire les développements les plus importants.  
*Membre, Académie canadienne des sciences de la santé*

Figure 6.1

### Résultats de l'enquête sur la production du savoir et le soutien en S et T



FCI a permis à des chercheurs canadiens d'acquérir une infrastructure indispensable d'équipement internationalement compétitive. Malgré quelques récentes opérations de fonds limitées pour soutenir cela, il semble y avoir un grand écart entre les sommes investies en équipement et l'argent investi dans le fonctionnement, en particulier dans la main-d'œuvre. Ceci conduira, si non résolu, dans quelques années à un exode de chercheurs de haut niveau, et à reconnaître que des milliards de dollars de taxes auront été investis sans avantages significatifs pour la société canadienne.

*Membre, SRC Académie des sciences*

Le cofinancement provincial des installations appuyées par la FCI dans les universités, les hôpitaux, les collèges et d'autres institutions de recherche ainsi que les organismes spécialisés de recherche provinciaux – p. ex., la Alberta Heritage Foundation for Medical Research, la Michael Smith Foundation for Health Research, le Fonds québécois de la recherche sur la nature et les technologies – ont aussi été des facteurs importants de rajeunissement de l'infrastructure de recherche du Canada.

Les conditions favorisant la mise sur pied d'équipes et de projets multidisciplinaires sont une autre forme importante d'infrastructure incorporelle s'harmonisant également bien avec la tendance contemporaine en sciences. Les Instituts de recherche en santé du Canada (IRSC), créés en 2001, en sont un exemple typique. Les IRSC ont adopté dès le départ une approche multidisciplinaire et ont fondé plusieurs instituts pour aborder des questions trans-sectorielles tel que le vieillissement, la santé des Autochtones, la jeunesse, et l'homme et la femme – des questions n'ayant auparavant pas reçu beaucoup d'attention dans les cercles scientifiques du Canada.

... beaucoup de domaines de première ligne, dynamiques et innovants de recherche scientifique reliées à la santé humaine demandent une approche multidisciplinaire qui porte sur les sciences physiques/de la vie et sur les sciences de la santé. Les propositions, sur l'interface de la recherche du fonds CRNSG et du fonds IRSC, sont de plus en plus en train de tomber dans l'oubli parce qu'aucune agence n'a le mandat ou la capacité d'y répondre adéquatement ni les moyens de financer de telles demandes.

*Membre, SRC Académie des sciences*

## Figure 6.2

### Production du savoir et soutien – Résultats de l'enquête par secteur et par âge

Infrastructure	Pourcentage d'évaluation d'avantage significatif (cote 5, 6, 7)							
	Total	Univ.	Entr.	Gouv.	<35	35-44	45-54	>55
Chaires de recherche du Canada	82	<b>86</b>	<b>72</b>	84	79	83	82	83
FCI	82	<b>86</b>	<b>74</b>	79	82	85	82	80
Hôpitaux de recherche	80	82	78	81	77	80	80	80
IRSC	78	80	78	83	84	71	78	80
CRSNG	78	78	78	75	74	75	77	80
CRSH	62	63	55	57	70	57	58	64

Les cellules en caractères gras du tableau indiquent des écarts statistiques importants par rapport à la cote générale, c.-à-d. que la probabilité que l'écart soit simplement dû au hasard est de moins de 1 %.

Les résultats de l'enquête illustrent la force générale perçue de l'infrastructure de recherche du Canada pour la production du savoir. Il existe des différences de degré parmi les provinces, qui traduisent probablement des degrés divers de sensibilisation et de pertinence régionales (**Figure 6.3**). Par exemple, lorsqu'une installation de « mégascience » se trouve dans une province, on peut s'attendre à ce que les répondants de cette province lui donnent une cote plus élevée. Un exemple type en est le Centre canadien de rayonnement synchrotron (CCRS) de Saskatoon, qui a été coté « fort » par 88 % des répondants à l'enquête de la Saskatchewan et du Manitoba, mais seulement par 73 % de tous les répondants (se reporter aussi à l'**encadré 6.1**).

### Figure 6.3

#### Production du savoir et soutien –Points de vue régionaux

Infrastructure	Pourcentage accordant un fort avantage (cote 5, 6, 7)							
	Total	C-B	AB	S/M	ON	QC	ATL	INTL.
Chaires de recherche du Canada	82	82	83	84	80	86	80	85
FCI	82	82	83	79	82	86	79	69
Universités	80	82	83	76	79	83	72	82
Hôpitaux de recherche	80	80	88	75	79	80	74	80
IRSC	78	80	82	77	77	77	81	74
CRSNG	78	73	83	76	77	81	76	76
CRSH	62	61	56	56	61	67	63	72
ICRA	56	48	54	52	58	52	65	64
Soutien prov. à la recherche	54	49	60	<b>38</b>	53	<b>67</b>	<b>40</b>	55
Collèges communautaires	40	33	42	38	43	33	41	36
Appuis caritatifs	36	33	39	34	39	34	34	36
<b>Installations de mégascience</b>								
Observ. de neutrinos de Sudbury	74	74	<b>58</b>	78	76	73	80	79
Centre can. de rayon. synchrotron	73	71	77	<b>88</b>	69	69	81	78
Brise-glace	69	60	63	73	69	72	80	67
CANARIE	65	73	58	67	61	64	75	69
TRIUMF	64	73	65	73	60	54	74	79
Observatoires	57	59	53	59	54	57	62	60

Les cellules en caractères gras du tableau indiquent des écarts statistiques importants par rapport à la cote générale, c.-à-d. que la probabilité que l'écart soit simplement dû au hasard est de moins de 1 %.

## Encadré 6.1

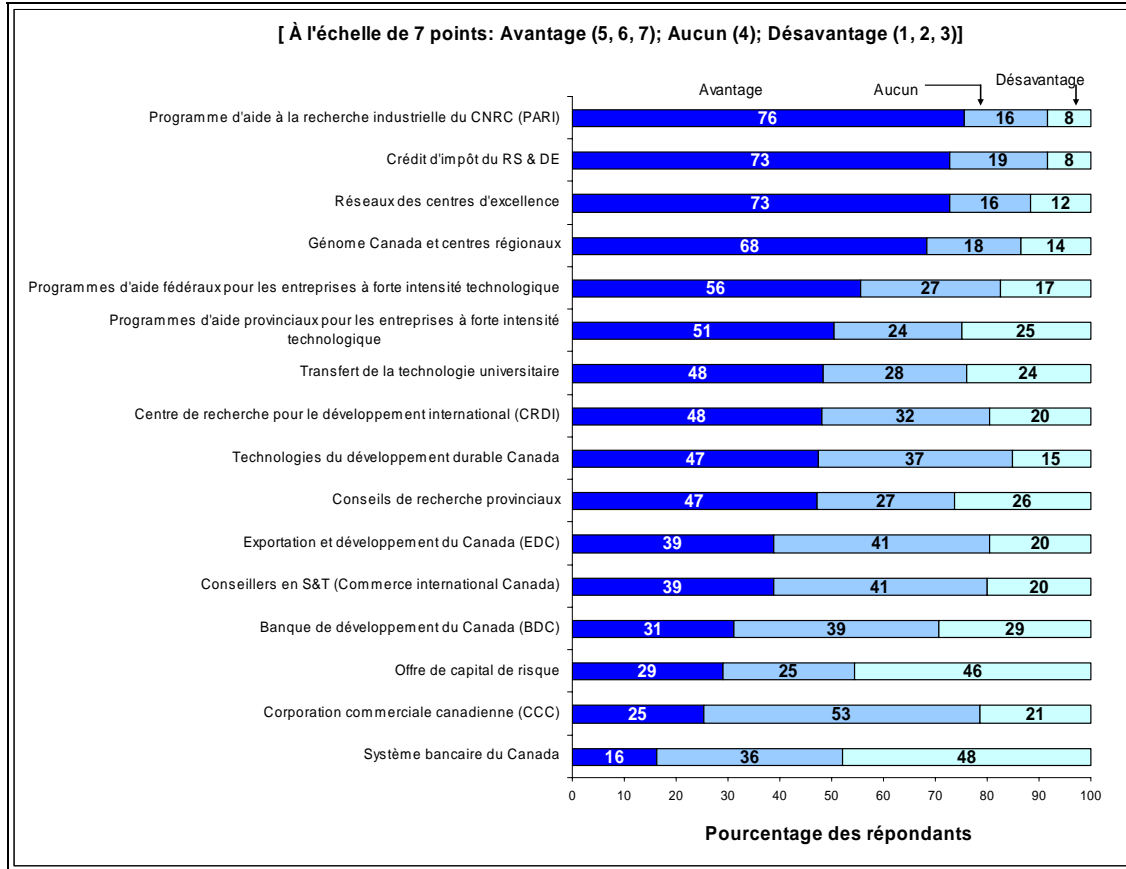
### La « mégascience » au Canada

Le Canada abrite plusieurs grandes installations de S et T qui contribuent à la fois à faire progresser le savoir et à asseoir la réputation internationale d'excellence en recherche du Canada. Par exemple :

- **Le NGCC Amundsen** : Un brise-glace ultramoderne, qui est aussi une plate-forme pour les initiatives de recherche arctique. Le Amundsen sert aussi à un consortium dirigé par le Canada à mieux comprendre l'incidence du changement climatique sur les écosystèmes arctiques.
- **Le Centre canadien de rayonnement synchrotron (CCRS)** : L'installation nationale de recherche par rayonnement synchrotron du Canada, qui sert à sonder la structure de la matière afin d'analyser les processus physiques, chimiques, géologiques et biologiques. L'activité initiale du CCRS se concentre dans trois domaines clés : (1) la biotechnologie, le pharmaceutique et la médecine; (2) l'exploitation minière, les ressources naturelles et l'environnement; (3) les matériaux avancés, les technologies de l'information et les microsystèmes.
- **L'Observatoire de neutrinos de Sudbury** : Le détecteur de neutrinos, situé dans un puits de mine à deux kilomètres sous le Bouclier canadien, offre des façons uniques de mesurer les propriétés des neutrinos émis par le soleil et d'autres objets astrophysiques, augmentant par là notre compréhension de l'évolution de l'univers. Le Laboratoire de l'Observatoire de neutrinos de Sudbury est une extension des installations souterraines existantes conçue pour la prochaine génération d'expériences explorant les frontières de la physique des particules et de l'astrophysique.
- **TRIUMF (Tri-University Meson Facility)** : L'une des trois installations de recherche en physique des particules subatomiques au monde se spécialisant dans la production de faisceaux de particules extrêmement intenses. Les scientifiques de TRIUMF élaborent de nouveaux produits radiopharmaceutiques, des logiciels informatiques, de l'équipement télécommandé, des analyses d'échantillons minéraux et bien d'autres applications de pointe.
- **CANARIE (Réseau canadien pour l'avancement de la recherche, de l'industrie et de l'enseignement)** : L'organisation Internet de pointe du Canada facilitant l'élaboration et l'utilisation des réseaux de recherche de la prochaine génération ainsi que d'applications et services qu'ils prendront en charge. Sa conception a été imitée par de nombreux exploitants de réseaux du domaine de la recherche et du domaine commercial. Le dernier développement, CA\*net 4, appuiera l'innovation dans l'élaboration d'applications en réseau essentielles pour la collaboration nationale et internationale, l'accès aux données et leur analyse, l'informatique répartie et la télécommande des instruments dont les chercheurs ont besoin.
- **Observatoires astronomiques** : L'Institut Herzberg d'astrophysique du CNRC joue, avec l'appui de la FCI, un rôle clé au sein du partenariat international du Grand réseau d'astronomie millimétrique d'Atacama (ALMA), au Chili : 64 antennes radio reliées entre elles donneront l'un des plus puissants radiotélescopes au monde pour jeter la lumière sur la formation des planètes, des étoiles, des premières galaxies et des molécules organiques dans l'espace. Le CNRC contribue aussi au financement et au fonctionnement du télescope Canada-France-Hawaï.

**Figure 6.4**

**Résultats de l'enquête sur le soutien à la commercialisation et à la concrétisation d'application de S et T**



**Soutien à la commercialisation et à l'application de S et T**

Les répondants à l'enquête ont donné des cotes particulièrement élevées à quatre composantes de l'infrastructure de soutien à la commercialisation ou à la mise en pratique de la recherche dans des applications apportant des avantages à l'économie ou à la société (Figure 6.4) :

- le Programme d'aide à la recherche industrielle (PARI), qui favorise le développement technologique dans les petites et moyennes entreprises par des services consultatifs et un soutien financier;
- le crédit d'impôt pour la recherche scientifique et le développement expérimental (RS-DE) – se reporter à l'encadré 6.2;
- le programme des Réseaux de centres d'excellence (RCE), qui appuie les programmes de recherche pluriannuels concertés dans les secteurs clés engageant les universités, le secteur privé et le gouvernement à travers le Canada (on compte présentement 24 RCE en activité);
- Génome Canada, qui est la principale source de financement et d'information liée à la génomique et à la protéomique au Canada. Elle compte cinq centres

génomiques à travers le pays. En collaboration avec ceux-ci et d'autres partenaires, dont certains du secteur privé, Génome Canada investit dans des projets de recherche à grande échelle qu'elle gère dans des secteurs clés choisis tel que l'agriculture, l'environnement, les pêches, la foresterie, la santé et le développement de nouvelles technologies.

Bien que le classement général de l'infrastructure de commercialisation et d'application du Canada soit semblable à travers les groupes et les régions, certains éléments du système – notamment le PARI et le crédit d'impôt RS-DE – ont présenté plus de variations (Figure 6.5). La cote du PARI, par exemple, bien que presque uniforme dans tout le pays, était relativement faible chez les répondants du Québec, alors que les répondants du Québec ont classé les conseils de recherche provinciaux plus favorablement que les autres répondants.

**Figure 6.5**

**Commercialisation de la S et T/Appui et aide à la concrétisation d'application – Perspectives variées**

Infrastructure	Pourcentage de classement fort (Cote de 5, 6, 7)										
	Total	Univ	Entr	Gouv	C-B	AB	M/S	ON	QC	ATL	INT
PARI	76	<b>71</b>	<b>82</b>	<b>82</b>	80	84	80	76	<b>66</b>	82	70
RS et DE	73	<b>66</b>	<b>84</b>	78	74	72	71	74	78	63	67
Réseaux des centres d'excellence	73	73	69	79	76	71	72	75	72	65	66
Génome Canada	68	65	65	74	75	67	67	66	71	60	76
Prog. d'aide fédéraux pour les entreprises à forte intensité technol.	56	<b>48</b>	<b>64</b>	59	61	52	59	52	61	53	63
Prog. d'aide provinciaux pour les entreprises à forte intensité technol.	51	48	57	52	48	48	38	51	60	40	52
Transfert de technol. universitaire	48	51	46	45	<b>61</b>	46	42	46	50	42	54
Centre de recherche pour le dev. international	48	47	42	46	48	36	50	52	46	48	48
Technologies du dévelop. durable Canada	47	46	47	45	44	46	43	46	56	52	32
Conseils de recherche provinciaux	47	49	48	44	40	50	36	42	<b>65</b>	40	52
Exportation et dev. Canada	39	<b>31</b>	<b>48</b>	43	38	40	41	38	43	36	23
Conseillers en S et T	39	<b>28</b>	<b>46</b>	45	44	39	33	35	41	33	52
Banque de dev. du Canada	31	26	36	35	22	30	34	27	<b>43</b>	27	41
Offre de capital de risque	29	26	30	28	22	33	33	28	31	25	39
Corp. commerciale canadienne	25	18	<b>33</b>	27	17	27	24	26	32	22	14
Système bancaire du Cda	16	14	16	16	10	11	21	15	18	18	37

Les cellules en caractères gras du tableau indiquent des écarts statistiques importants par rapport à la cote générale, c.-à-d. que la probabilité que l'écart soit simplement dû au hasard est de moins de 1 %.

Les répondants n'étaient pas non plus d'accord sur l'importance du crédit d'impôt RS-DE, ceux du groupe des affaires le classant au premier rang de toutes les catégories d'infrastructure et 84 % d'entre eux affirmant qu'il s'agissait d'un fort avantage pour le Canada. Les répondants universitaires, d'un autre côté, ont donné à ce programme une cote beaucoup plus faible – seuls 66 % ont donné au crédit d'impôt RS-DE une cote de fort avantage. Il est évident d'après ces cotes et celles d'autres infrastructures que l'affiliation du répondant peut avoir une influence importante sur la perception de l'avantage conféré par l'infrastructure. Les groupes auxquels l'infrastructure procure un avantage direct tendent à lui donner une plus forte cote – une corrélation qui n'est bien sûr pas surprenante.

## Encadré 6.2

### Promotion de la R et D industrielle au moyen d'incitatifs fiscaux – Crédit d'impôt RS-DE

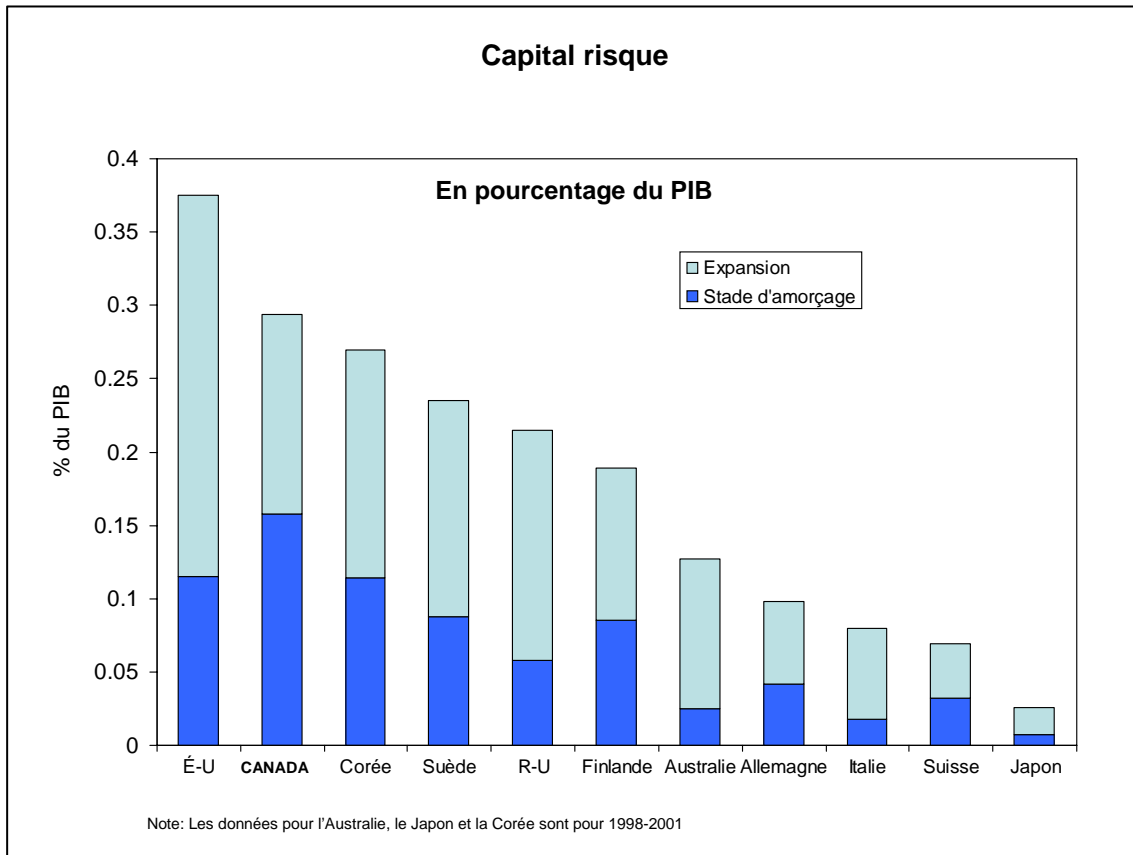
Les crédits d'impôt constituent un incitatif visant à favoriser la R et D industrielle. Le système du crédit d'impôt pour la recherche scientifique et le développement expérimental (RS-DE) a été instauré au Canada au milieu des années '80. Chaque année, environ 11 000 ayants droit utilisent le système, qui représente une dépense fiscale (c.-à-d., des recettes fiscales cédées) estimée grosso modo à 2,5 milliards de dollars par année. Bien que certaines modifications visant à augmenter son efficacité aient été apportées au programme au cours des dix dernières années, le taux et la structure de base sont restés largement inchangés.

Au cours de cette période, presque toutes les provinces ont soit amélioré, soit créé leur propre incitatif en RS-DE. La plupart des analyses indiquent que la somme des taux fédéral et provincial est suffisamment élevée pour classer le Canada parmi les endroits les plus attrayants au monde pour mener de la R et D industrielle. La concurrence pour les investissements liés à la R et D s'accroît entre les juridictions fiscales à mesure que le nombre de pays de l'OCDE offrant un crédit d'impôt RS-DE augmente. Une étude récente commandée par l'Association canadienne de la technologie de l'information (ACTI) et le Centre de recherche et d'innovation d'Ottawa (OCRI) a examiné le système de crédit d'impôt RS-DE et a soulevé des questions concernant l'admissibilité des demandeurs aux remboursements et l'efficacité du programme à susciter une augmentation des dépenses de l'industrie (Toms et Watters, 2006).

La cote relativement faible accordée à l'infrastructure de soutien financier aux S et T du Canada est une constatation possiblement surprenante de l'enquête. Par exemple, moins de 30 % des répondants à l'enquête ont cité les fournisseurs de capital de risque en tant qu'élément très avantageux de l'infrastructure du Canada – l'une des cotes les plus faibles de toute l'enquête pour un élément. Pourtant, beaucoup d'analyses ont montré que le capital de risque investi au Canada (en pourcentage du PIB) n'est surpassé que par celui des États-Unis. Le capital de risque investi au Canada dans les premiers stades des projets est particulièrement élevé (**Figure 6.6**). Il faut une étude plus poussée pour comprendre pleinement la perception négative qu'a le milieu des S et T non seulement des fournisseurs de capital de risque, mais aussi des banques commerciales et des institutions gouvernementales engagées dans le financement de la commercialisation au Canada.

**Figure 6.6**

Investissement de capital de risque : 2000 à 2003



Source : Science, technologie et industrie : Tableau de bord de l'OCDE 2005

Le Canada pourrait bâtir sur son système de soins de santé et sur les chercheurs en santé pour traduire la recherche en applications commerciales, pour assister d'autres pays qui construisent leurs systèmes de soins de santé. Le potentiel de cette application n'a pas été totalement réalisé.  
*Membre, Académie canadienne des sciences de la santé*

Le principal centre d'intérêt des infrastructures évaluées dans la **Figure 6.4** est le soutien aux applications commerciales de S et T. Mais des infrastructures sont aussi nécessaires pour appliquer la recherche et la capacité technique canadiennes de façon à appuyer le développement international. Le Centre de recherches pour le développement international (CRDI) a, au fil des ans, forgé une excellente réputation internationale pour le Canada à cet égard. L'**encadré 6.3** décrit un cas spécifique où les capacités du CRDI, de la FCI et de l'ACDI se sont unies pour atteindre des objectifs de développement.

## Encadré 6.3

### La S et T en tant que levier du développement

L'exportation de l'expertise scientifique et technique du Canada afin de renforcer les capacités des pays en développement constitue une composante importante de la politique d'aide internationale du Canada. Un sondage récent mené par Statistique Canada indique que le gouvernement fédéral a dépensé, en 2004-2005, 2,8 % de son budget de R et D, ou tout juste un peu plus de 150 millions de dollars, à des projets au bénéfice direct de pays en développement (Statistique Canada, 2005).

La plus grande partie des fonds a été attribuée par l'entremise du Centre de recherches pour le développement international (CRDI) et de l'Agence canadienne de développement international (ACDI). La plupart des projets étaient dans les domaines de la santé publique, de la production et de la technologie agricoles, des technologies de l'information et des communications, de la gestion de l'environnement et de l'énergie ainsi que de l'éducation.

Ces projets prenaient souvent la forme de partenariats. Dans un cas, une équipe canado-africaine recherche un vaccin contre le VIH/sida. Le Dr Frank Plummer et son équipe, au International Centre for Infectious Diseases de Winnipeg, tentent de cerner avec précision la structure génétique et moléculaire immunisant certaines personnes contre le VIH. Un investissement du Fonds d'accès international de la FCI a contribué à élargir la recherche d'un vaccin en appuyant la construction, à l'université de Nairobi, d'un nouveau laboratoire qui servira à la recherche et à la formation d'étudiants de troisième cycle canadiens et africains.

## Installations gouvernementales et régime réglementaire des S et T

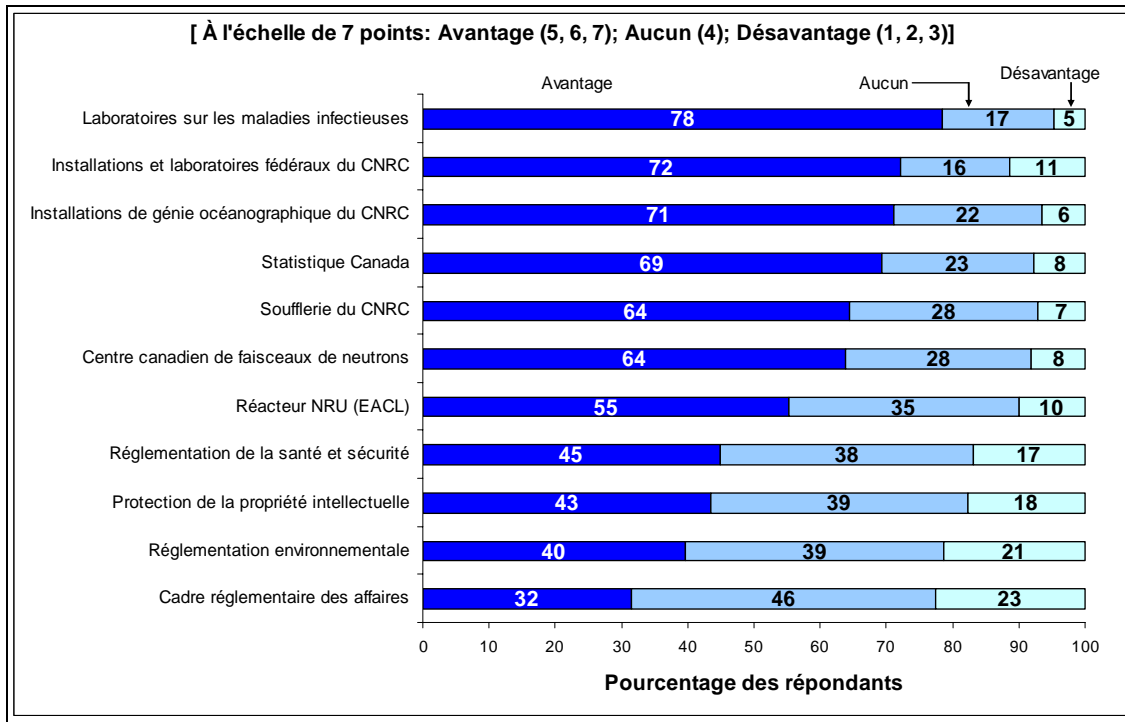
En plus du soutien gouvernemental aux infrastructures liées à la production du savoir et à la commercialisation des recherches, le secteur public maintient une importante infrastructure en S et T à l'appui de plusieurs objectifs politiques liés, par exemple, à la santé et la sécurité, à l'établissement des normes, aux politiques réglementaires et à leur application et aux installations des laboratoires nationaux (**Encadré 6.4**). Les résultats de l'enquête en ce qui concerne cette catégorie d'infrastructures sont résumés dans la **Figure 6.7**. Les laboratoires de lutte contre les maladies infectieuses se sont classés au premier rang avec de solides appuis, quelle que soit la région ou l'affiliation (**Figure 6.8**). Les répondants ont aussi classé en nombre considérable les installations fédérales et les laboratoires du CNRC ainsi que Statistique Canada en tant qu'avantages importants pour le Canada <sup>9</sup>.

Le Canada pourrait utiliser les données accumulées comme partie de son système universel de soins de santé – joints à d'autres ensembles de données clés, incluant l'enseignement et les services sociaux – pour développer le potentiel de la recherche de classe internationale dans plusieurs domaines, incluant la sécurité pharmaceutique et la recherche efficace, le bien-être de l'enfant, et les influences génétiques/comportementales/ environnementales sur la santé.  
*Chaire de recherche du Canada*

<sup>9</sup> Les répondants à l'enquête avaient la possibilité d'apporter des ajouts aux catégories d'infrastructures du questionnaire. Plusieurs installations spécifiques ont été suggérées, notamment des laboratoires gouvernementaux isolés, l'Agence spatiale canadienne, l'Institut Perimeter, divers instituts de

**Figure 6.7**

**Résultats de l'enquête - infrastructures et système réglementaire fédérales en S et T**



En revanche, les quatre éléments de l'enquête couvrant la réglementation – santé et sécurité, propriété intellectuelle, environnement et cadre des affaires – ont obtenu un appui remarquablement faible comparativement au classement de la grande majorité des installations. Moins de la moitié des répondants leur a donné une cote indiquant qu'ils constituaient un avantage relatif pour le Canada (voir barres inférieures de la **Figure 6.7**)

La réglementation est souvent perçue comme un inhibiteur, même si les règles visant la protection de la propriété intellectuelle et de la concurrence, pour ne prendre que ces deux exemples, sont nécessaires pour que les marchés fonctionnent de manière efficace et équitable. De plus, les réglementations sur l'environnement et sur la santé et la sécurité, en plus de servir d'importants objectifs sociaux, peuvent aussi stimuler l'innovation et ouvrir de nouveaux débouchés commerciaux. Le défi est évidemment d'élaborer des réglementations atteignant leurs objectifs tout en minimisant les conséquences néfastes non désirées – c.-à-d., des réglementations « intelligentes ». Les résultats de l'enquête indiquent que, du point de vue de bon nombre des intervenants en S et T, les cadres réglementaires du Canada laissent à désirer. Cette opinion est largement partagée, sans égard à l'affiliation ou à la région (**Figure 6.8**).

mathématiques, NEPTUNE (un nouvel observatoire du fond marin), etc. L'installation la plus fréquemment mentionnée a été l'Institut canadien de l'information scientifique et technique (ICIST), faisant partie du CNRC. Plusieurs répondants ont aussi suggéré que la politique d'immigration était un élément important d'infrastructure immatérielle favorisant ou entravant la venue de compétences en S et T au Canada.

**Figure 6.8**

**Soutien aux infrastructures fédérales et au système réglementaire de S et T - Plusieurs points de vue**

Infrastructure	Pourcentage donnant un fort avantage (cote 5, 6, 7)										
	Total	Univ.	Entr.	Gouv.	C-B	AB	M/S	ON	QC	ATL	INTL
Lab. maladies infectieuses	78	75	76	77	85	81	91	76	71	85	77
Instituts et lab. féd. CNRC	72	68	68	69	61	76	80	72	70	81	81
Inst. de génie océan. CNRC	71	67	66	72	66	67	69	70	71	81	81
Statistique Canada	69	71	<b>58</b>	67	70	69	60	68	62	77	75
Souffleries du CNRC	64	59	66	66	51	55	71	65	65	78	72
Centre - faisceau neutrons	64	65	64	55	65	67	68	62	56	68	82
Réacteur NRU	55	57	53	53	41	60	56	56	52	66	72
<b>Régime réglementaire</b>											
Règlement. - santé/sécurité	45	44	44	41	34	45	44	45	48	44	56
Protection de la prop. intell.	43	40	47	40	39	46	43	<b>38</b>	50	44	62
Règlement. environnement	40	40	39	37	33	44	46	39	37	38	50
Cadre règlement. affaires	32	29	32	31	26	26	27	31	33	25	<b>59</b>

Les cellules en caractères gras du tableau indiquent des écarts statistiques importants par rapport à la cote générale, c.-à-d. que la probabilité que l'écart soit simplement dû au hasard est de moins de 1 %.

Les résultats relevés par l'enquête ne couvrent pas toutes les dimensions pertinentes des infrastructures de S et T. Le système d'écoles publiques du Canada est bien sûr le premier contact - et pour beaucoup, le seul - avec une formation structurée dans les bases des sciences et de la technologie. Comme tel, les écoles constituent un élément fondamental de l'infrastructure des S et T du Canada. Selon les normes internationales, la plupart semblent bien s'en acquitter. Cela se manifeste par les bons résultats du Canada au cours d'une récente évaluation des compétences en mathématiques, en sciences et des capacités de lecture et d'écriture des élèves de quinze ans dans le monde entier - **Encadré 6.5**.

Les compétences constituent évidemment un élément clé de l'infrastructure immatérielle nécessaire pour être concurrentiel sur le plan mondial. La concurrence à l'échelle mondiale entre institutions pour attirer et retenir les meilleurs chercheurs est une indication de l'importance de ce genre d'infrastructure immatérielle et pourtant fondamentale. Des programmes tels que les Chaires de recherche du Canada et le Fonds de relève de la FCI ont été efficaces pour attirer et retenir un corps professoral de qualité supérieure dans les universités canadiennes. Bien que ces programmes attirent des chercheurs au sommet de leur carrière, ils ne sont pas conçus pour régler des problèmes plus généraux et systémiques qui pourraient empêcher le Canada de tirer pleinement profit de son capital humain et de ses talents. A cet égard, il continue d'exister des barrières subtiles liées à la culture et aux stéréotypes qui génèrent une distorsion dans les choix éducatifs et les opportunités de carrière dans certains groupes. Par exemple, de récents résultats internationaux de l'OCDE (2006 (b)) démontrent un débalancement persistant et significatif où les femmes sont sous représentées dans les secteurs tels que sciences informatiques et génie, et les hommes, quant à eux, sont sous représentés dans les sciences de la vie.

## Encadré 6.4

### Le rôle de la recherche scientifique gouvernementale

La recherche scientifique gouvernementale joue un rôle important dans la promotion des intérêts sociaux, économiques et stratégiques du Canada. Dans son rapport *Vers l'excellence en sciences et en technologie (VEST) : Le rôle du gouvernement fédéral en sciences et en technologie*, le Conseil d'experts en sciences et en technologie (1999) a indiqué quatre rôles clés du gouvernement dans les S et T :

- appui à la prise de décisions, à l'élaboration de politiques et de réglementations;
- élaboration et la gestion de normes;
- appui aux besoins du publique en matière de santé, de sécurité, d'environnement et/ou de défense;
- appui au développement économique et social.

Pour remplir ces rôles, le gouvernement du Canada maintient un réseau complet de laboratoires, d'instituts, d'installations de recherche spécialisée et de services statistiques. Les dépenses intra-muros fédérales en R et D ont été de presque 2,3 \$ milliards en 2004.

La S et T gouvernementale est de plus en plus menée en partenariat et en collaboration avec d'autres organismes gouvernementaux, le secteur privé, les universités et les chercheurs universitaires. Deux facteurs motivent cette tendance : (1) la nature de plus en plus complexe et interdisciplinaire de la recherche scientifique et des questions auxquelles elle est appliquée; (2) les ressources financières limitées par rapport à la hausse de la demande et des coûts (Science and Technology in Support of Mission Critical Goals, 2006, p. 5).

La recherche scientifique gouvernementale fait aussi face à des défis dans le domaine des ressources humaines en raison du nombre de scientifiques et d'ingénieurs qui prendront leur retraite au cours des prochaines années. Le recrutement d'une relève se bute à l'obstacle d'un marché très concurrentiel pour les compétences nécessaires en S et T (Science and Technology in Support of Mission Critical Goals, 2006, p. 12).

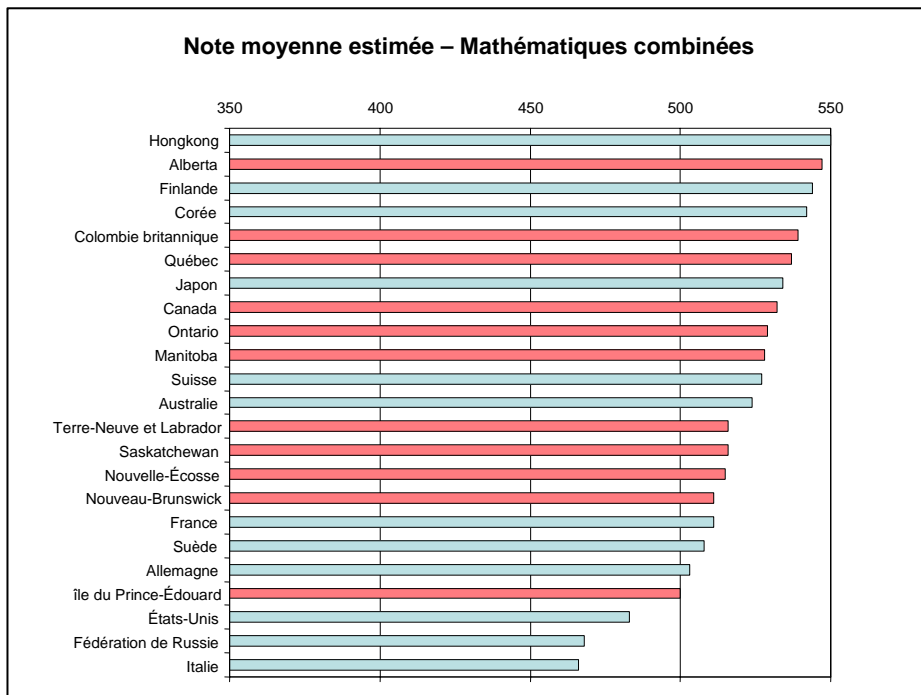
## Encadré 6.5

### Le système scolaire du Canada constitue un atout des S et T

Le Programme international pour le suivi des acquis des élèves (PISA), supervisé par l'OCDE, administre des tests aux élèves de quinze ans en lecture, mathématiques, sciences et résolution générale de problèmes. La méthodologie du PISA a la réputation d'être parmi les plus rigoureuses et les plus fiables du secteur des tests internationaux.

La plus récente série de tests administrés – PISA 2003 – a mis plus particulièrement l'accent sur les mathématiques. Parmi les 41 pays participants, seuls les élèves de deux pays (Hong Kong-Chine et Finlande) ont surpassé les élèves de quinze ans du Canada en mathématiques à un degré statistiquement significatif. Bien que les résultats de toutes les provinces se soient situés dans la moyenne de l'OCDE ou aient été supérieurs, on a constaté des écarts importants entre les provinces, et l'Alberta notamment a enregistré une note moyenne se situant à peine sous celle du meilleur résultat de l'enquête, celui de Hong Kong-Chine. Le classement global du Canada en mathématiques était bien supérieur à celui des États-Unis et des autres pays du G-7, à l'exception du Japon.

### Résultats du PISA en mathématiques combinées



Les jeunes canadiens de quinze ans ont également eu de bons résultats dans d'autres domaines mesurés par le PISA. Seule la Finlande a surpassé le Canada en lecture alors que quatre pays ont eu une note moyenne plus élevée en sciences et en résolution de problèmes (Finlande, Japon, Hong Kong-Chine et Corée). Comparativement au PISA 2000, les résultats moyens en lecture des Canadiens de quinze ans sont demeurés inchangés en 2003. En revanche, les résultats moyens en sciences ont été plus faibles dans le PISA 2003 – bien que cette baisse ne puisse être interprétée comme une tendance, le PISA 2006 nous en dira plus à ce sujet.

## D'autres optiques – Les études publiées et le regard depuis l'extérieur

Au cours des cinq dernières années, plusieurs études ont fourni des évaluations de certains aspects des atouts du Canada en matière d'infrastructure. Souvent axées sur l'industrie, ces études recensent un éventail de composantes matérielles et immatérielles de l'infrastructure.<sup>10</sup> Le rôle important joué par des concentrations géographiques de capacités spécialisées constitue un autre thème de la documentation sur les infrastructures appuyant l'innovation en S et T (**Encadré 6.6**).

Une conclusion commune de ces études est la haute qualité de l'infrastructure canadienne pour la production du savoir dans les universités et les hôpitaux de recherche et dans les installations de « mégascience » tel que les observatoires astronomiques, l'Observatoire de neutrinos de Sudbury et le nouveau Centre canadien de rayonnement synchrotron de Saskatoon. Plusieurs études mentionnent aussi la contribution des instituts du CNRC et des laboratoires gouvernementaux à la constitution de la masse critique d'expertise nécessaire pour soutenir le développement et la croissance de divers secteurs de l'industrie.

Les délégués commerciaux en poste dans les ambassades et les consulats du Canada à travers le monde confirment ces constatations et signalent que plusieurs nations étudient et adoptent des éléments de l'infrastructure de S et T du Canada. Plusieurs gouvernements et organisations de l'étranger ont aussi publié des rapports citant des éléments de l'infrastructure de S et T du Canada en tant que modèles à imiter. En exemple, le récent rapport de l'Institut suédois d'étude des politiques de croissance, intitulé *Innovation Policy in Canada* (Liljemark, 2005). Un article de 2006 du *Australian Financial Review* fait écho au point de vue suédois, appelant la FCI un « brillant projet de prévoyance » (Aitkin, 2006). Les autres éléments de l'infrastructure ayant retenu beaucoup d'attention à l'étranger comprennent les Chaires de recherche du Canada et les Réseaux des centres d'excellence. Le Programme d'aide à la recherche industrielle du CNRC est aussi généralement perçu comme un bon modèle de soutien au développement technologique dans les plus petites entreprises.

La documentation publiée et les observations des autorités étrangères sont beaucoup moins complètes que les constatations de l'enquête, mais sont conformes à ces constatations et viennent les confirmer.

---

<sup>10</sup> Quelques exemples récents : *Assessment of Canadian Research Strengths in Nanotechnology* (Bureau du Conseiller national des sciences, 2005) ; *Case Study on Innovation in Energy Technology* (OCDE, 2006 (d)) ; *Indicators of Innovation in Canadian Natural Resources Industries* (Sharpe et Guilbaud, 2005) ; et l'*Étude économique du Canada* (2006 (a)) de l'OCDE.

## Encadré 6.6

### L'importance des grappes géographiques

L'intérêt pour la formation et le développement de « grappes » sur une base géographique a monté en flèche au cours des dernières années. On constate dans le monde entier que les grappes (à la définition variable) œuvrent à générer et à soutenir l'innovation (Phillips et coll., 2004). Elles constituent ainsi un élément important de l'infrastructure en S et T d'une nation.

Selon les travaux de Porter et Stern, la productivité en R et D des firmes est influencée de manière importante par les politiques locales et par la nature des institutions locales, une constellation de facteurs appelée *capacité nationale d'innovation* (2003, p. 1). Porter et Stern constatent que le développement et la commercialisation des nouvelles technologies se produisent de manière disproportionnée dans des grappes d'entreprises et d'institutions interreliées d'un domaine particulier. Ces institutions comprennent souvent une université et des laboratoires gouvernementaux de pointe.

L'Institut de biotechnologie des plantes du Conseil national de recherches du Canada (IBP-CNRC), la University of Saskatchewan et Agriculture et Agroalimentaire Canada sont les institutions se trouvant depuis vingt ans au cœur de la grappe des biotechnologies agro-alimentaires de Saskatoon. L'IBP-CNRC est l'une des institutions ayant initialement élaboré le canola. Selon le CNRC, Saskatoon se classe au sixième rang des villes les plus compétitives au monde pour la transformation des aliments et regroupe 30 % des activités du Canada dans le domaine de l'agrobiotechnologie (CNRC, 2006).

La grappe d'agrobiotechnologie de Saskatoon a été l'un des 26 cas canadiens ayant fait l'objet d'une étude exhaustive de l'Innovation System Research Network (ISRN). Les chercheurs de l'ISRN ont évalué l'importance relative des courants locaux, nationaux et mondiaux en matière de relations et de savoir pour aiguillonner le développement des grappes régionales. Bien que les chercheurs aient conclu que la présence d'universités et d'institutions de recherche locale n'était pas une condition *suffisante* pour le développement d'une grappe, les experts de la grappe de Saskatoon soulignent la décision du gouvernement fédéral d'y regrouper et d'y recentrer les unités nationales de recherche agricole dans les années '80 et le rôle de catalyseur de ces institutions dans la croissance de la grappe (Phillips, 2004).

Les chercheurs de l'ISRN ont constaté que la concentration dynamique et innovatrice de firmes repose de manière égale sur des liens étroits sur le plan local et sur le plan mondial et sur la circulation du savoir (Wolfe, 2005). À partir de l'étude de la grappe de Saskatoon, Phillips a conclu que le Canada avait opéré dans une niche de l'industrie mondiale de l'agrobiotechnologie – assumant un rôle d'« entrepôt » pour assembler les éléments du *pourquoi*, du *comment* et du *avec qui* de la sélection créatrice et de la production primaire (Phillips, 2004, p. 30).

## 7. SECTEURS D'ATOUTS POTENTIELS EN S ET T POUR LE CANADA

---

Ce chapitre aborde la question suivante: Quelles sont les disciplines scientifiques et les applications technologiques qui ont le potentiel de devenir des domaines d'atouts importants pour le Canada, et qui génèrent des bénéfices économiques et sociaux significatifs ?

Nos conclusions sont à cet égard plus spéculatives que celles décrites dans le reste du rapport – premièrement puisque nous n'avons pas eu la possibilité de mener à terme une analyse prospective approfondie; et deuxièmement à cause des incertitudes substantielles dans notre interprétation de comment et sur quelle période de temps, les atouts en S et T mènent à « des bénéfices économiques et sociaux significatifs ».

Nos conclusions se basent principalement sur les résultats de l'enquête en ligne qui a sondé des opinions qualifiées sur les domaines de S et T dans lesquels on s'attend que le Canada développe des atouts importants dans les 10 ou 15 prochaines années. Nous avons également résumé la documentation internationale et canadienne récente qui offrent un aperçu additionnel sur les nouveaux secteurs de recherche et d'applications qui devraient prendre de l'expansion au niveau mondial au cours de la prochaine décennie et au-delà.

### Identification de domaines émergents - Revue de la documentation

Une grande partie de la documentation récemment publiée a pour but d'identifier les « prochaines grandes idées » - les forces de la S et T qui devraient dominer dans le court et moyen terme. Le comité a revu l'essentiel de ces récents rapports mais dénote que le Canada a peu d'histoire de prospective nationale systématique, et nous n'avons pu entreprendre une investigation détaillée pour ce rapport.

Les rapports prospectifs internationaux – même s'ils ne prennent pas spécifiquement le Canada en compte - ont un intérêt pour nos objectifs actuels. Ils décrivent la direction actuelle, au niveau mondial, que prennent les S et T selon les hauts dirigeants de différents pays. Ils fournissent en conséquence un contexte dans lequel nous trouvons les réponses aux questions clés suivantes : Où se trouvent les atouts du Canada en S et T par rapport aux grandes vagues d'innovation anticipées ? Le Canada gagne-t-il ou perd-il du terrain dans les secteurs qui seront les plus importants au cours des prochaines années ?

Un important rapport récemment préparé par la RAND Corporation – *Global Technology Revolution 2020* (2006) – conclut que les technologies et applications au plus grand potentiel d'impact global d'ici 2020 retombent, sans surprise, sur les quatre grandes catégories de la biotechnologie, les technologies de l'information, les technologies des matériaux et la nanotechnologie. Exception faite de la nanotechnologie, ces technologies

structurantes majeures ont été remarquées au cours des 25 dernières années comme étant des domaines d'opportunités exceptionnelles. L'expérience a pu le corroborer.

Le Conseil International pour les sciences (CIUS) a récemment analysé les nouveaux domaines en science et en applications qui se développent rapidement et ont identifié la nanotechnologie, les biosciences moléculaires, l'étude des catastrophes naturelles et accidentelles, ainsi que les neurosciences cognitives (CIUS, 2004).

Le Conseil national de recherches du Canada, dans son rapport, *Les S-T pour le XXI<sup>e</sup> siècle* (2005), en vient à la conclusion que bien que les TIC continueront d'avoir un impact significatif sur l'économie globale, le nouveau courant est la biotechnologie. Ce rapport dit aussi que les technologies de l'énergie et de l'environnement formeront probablement la base d'un prochain courant d'innovation globale «... lorsque l'espèce humaine arrivera au sommet de sa préoccupation pour la santé de l'environnement – changement climatique, réchauffement global, pollution de l'eau, catastrophes naturelles »...(CNRC 2005 (b) p. 40).

La création de nouveaux domaines en science à partir de disciplines et technologies multiples est un thème récurrent dans la documentation récente. Le CNRC prévoit que la convergence disciplinaire dominera de plus en plus le développement en S et T : « *Les nouvelles technologies seront souvent un mélange de deux disciplines ou plus et les avancées dans un secteur permettront des avancées dans un autre (p.ex., l'influence de l'informatique dans la recherche génomique)* ». Le rapport du CNRC dit également que la convergence dans la S et T fera de la collaboration multidisciplinaire un élément essentiel, potentiellement « *le défi le plus important pour le futur du développement en S et T d'ici à 2020* » (CNRC 2005 (b), p. 44-45).

On peut trouver une autre perspective sur les S et T émergentes dans *Beyond the Horizon : Identifying Emerging Priorities for S&T Integration* (2005), un rapport issu d'une série d'ateliers impliquant des scientifiques du gouvernement fédéral représentant un grand éventail de secteurs. Leur liste d'opportunités émergentes, avec celles issues des rapports précédemment cités, sont décrites et résumées dans la **Figure 7.1**.

**Figure 7.1**

**Opportunités en S et T émergentes - Grandes Catégories**

<b>Rapport</b>	<b>Année de publication</b>	<b>Domaines émergents les plus prometteurs de S et T et applications</b>
RAND Corporation <i>Global Technology Revolution 2020</i>	2006	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Biotechnologie</li> <li>• Technologies de l'information</li> <li>• Technologies des matériaux</li> <li>• Nanotechnologies</li> </ul>
Conseil national de recherches du Canada <i>Les S-T pour le XXIe siècle</i>	2005	<p>Technologies transformatrices principales:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Biotechnologies</li> <li>• Technologies de l'information et de la communication</li> <li>• Technologies de l'environnement et de l'énergie</li> </ul> <p>Principales sciences et technologies structurantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nanoscience et nanoingénierie</li> <li>• Sciences des matériaux</li> <li>• Photoniques</li> <li>• Microfluidiques</li> <li>• Information quantique</li> </ul>
<i>Beyond the Horizon: Identifying Emerging Priorities for S et T Integration</i>	2005	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nanotechnologies</li> <li>• Informatique à haute capacité</li> <li>• Interface homme-machine</li> <li>• Intelligence artificielle</li> <li>• Nutrigénomiques, protéomiques, et métabonomiques</li> <li>• Technologies des capteurs à distance et in situ.</li> </ul>
Conseil international pour les Sciences <i>Foresight Analysis</i>	2004	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nanotechnologies</li> <li>• Bio-sciences moléculaires</li> <li>• Catastrophes naturelles et accidentelles</li> <li>• Neurosciences cognitives</li> </ul>

Un autre rapport pertinent a été présenté par un groupe d'experts internationaux, sous l'égide de Microsoft Research Cambridge au Royaume-Uni (*Towards 2020 Science*, 2005). Il évalue le rôle que l'informatique pourrait jouer dans les avancées scientifiques menées à terme dans les secteurs de grands défis et opportunités du 21<sup>ème</sup> siècle. Au début de 2006, *Nature* a publié ce rapport sous la forme d'une série de sept articles : [www.nature.com/nature/focus/futurecomputing/index.html](http://www.nature.com/nature/focus/futurecomputing/index.html). *Towards 2020 Science* met en avant le fait que la synthèse de l'informatique et d'autres disciplines a déjà produit de nouveaux domaines et avancées. On s'attend à ce que la fusion soit particulièrement forte dans les sciences de la vie - biologie, biotechnologie et médecine : « *En effet, nous pensons que l'informatique est sur le point de devenir aussi fondamentale pour la biologie que les mathématiques pour la physique.* » (Microsoft Research Cambridge, 2005, p. 8)

L'étude de Microsoft - nonobstant les intérêts commerciaux de ses commanditaires - contient un message important pour le Canada: l'informatique aura un effet transformateur encore plus important dans les sciences biologiques et en médecine au cours des prochaines années. Etant donné que le Canada possède traditionnellement des

atouts dans les secteurs des sciences de la vie et des TIC, le pays est bien positionné pour être un solide compétiteur dans ce domaine.

Selon l'étude précédemment citée de RAND Corporation, *Global Technology Revolution 2020* (2006), le Canada est identifié comme un des sept pays « scientifiquement avancé » qui a le potentiel de gagner le plus des avancées prévues en technologie et sera le mieux équipé pour absorber les nouvelles technologies de pointe mondiales (**Figure 7.3**). Des 56 applications technologiques potentielles, à l'horizon 2020, RAND conclut que 16 (**Figure 7.2**) ont la plus grande probabilité combinée de devenir largement disponible commercialement, répondant à une demande significative du marché et affectant de multiples secteurs (p.ex., l'eau, les aliments, la gouvernance, l'environnement, la population, la structure sociale). Les communications internationales (c.-à-d., connections internet ; la mondialisation des conférences et publications scientifiques) et les avancées en instrumentation (le développement et le croisement d'instrumentations plus sensibles et sélectives) sont sous-jacents à ces tendances technologiques.

Les analystes de RAND ont divisé les 29 pays étudiés en quatre groupes de différents niveaux de capacités en S et T : *avancés, compétents, en développement, en retard*. L'étude dénote que la capacité en S et T est un déterminant important du potentiel pour les nouvelles applications technologiques, mais pas le seul déterminant : « *L'habilité d'acquérir une application technologique n'est pas la même chose que l'habilité à la mettre en place. Faire de la recherche et importer le savoir faire est un premier pas nécessaire. Mais une mise en place réussie dépend des stimulants au sein d'un pays qui encouragent l'innovation technologique et des obstacles sur leur chemin.* » (2006, p. 96).

Bien que le rapport explique que le Canada et six autres pays scientifiquement avancés représentent le groupe avec le plus de stimulants et le moins d'obstacles (**Figure 7.3**), il dénote l'existence de trois catégories d'obstacles qui pourraient affecter les capacités du Canada d'acquérir et de mettre en place les technologies clés – c.-à-d., lois et politiques ; valeurs sociales, opinion publique et politiques ; et intérêts privés.

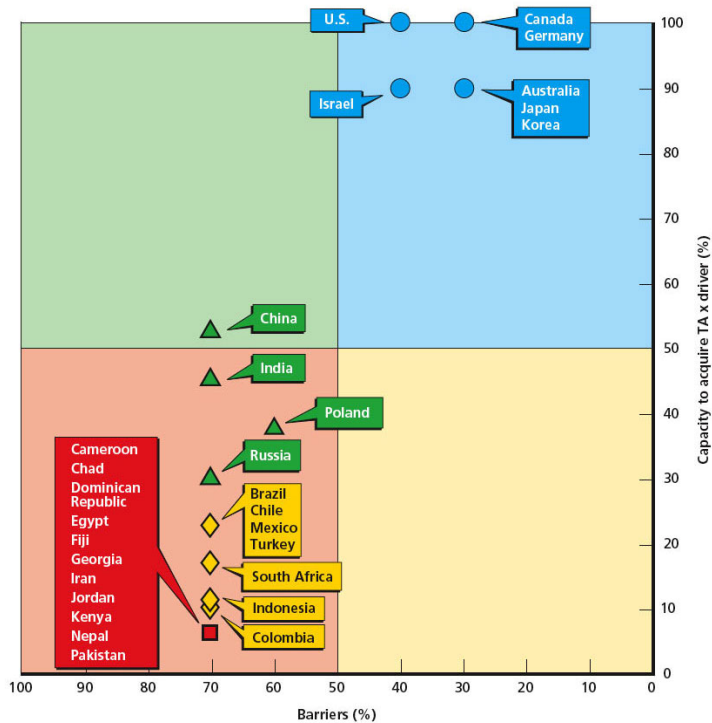
**Figure 7.2**

**Seize applications technologiques au plus haut niveau selon l'étude RAND**

- Énergie solaire peu coûteuse
- Communications rurales sans fil
- Récoltes génétiquement modifiées
- Filtres et catalyseurs pour la purification de l'eau
- Hébergement bon marché pour refuge adaptable et énergie
- Tests rapides pour détecter des substances biologiques spécifiques
- Fabrication « verte »
- Étiquetage des produits et personnes selon l'identification par radio fréquence omniprésente
- Véhicules hybrides
- Élaboration de médicaments ciblant des tumeurs ou pathologies spécifiques
- Amélioration des méthodes diagnostiques et chirurgicales
- Transfert d'informations sécuritaire par la cryptographie en mécanique quantique
- Appareils de communication pour les accès d'information omniprésents
- Capteurs omniprésents
- Génie des tissus
- Ordinateurs incorporés aux vêtements et autres pièces portables

**Figure 7.3**

**Capacité de différents pays à mettre en place les 16 applications technologiques principales**



NOTE: The blue quadrant indicates a high level of S&T capacity plus many drivers and few barriers; the green quadrant indicates a high level of S&T capacity with many drivers and many barriers; the yellow quadrant indicates the lack of a high level of S&T capacity plus few drivers and few barriers; the red quadrant indicates the lack of a high level of S&T capacity with more barriers than drivers.

Réimprimé avec l'autorisation de RAND Corporation  
 Source : RAND Corporation 2006. *The Global Technology Revolution 2020*.

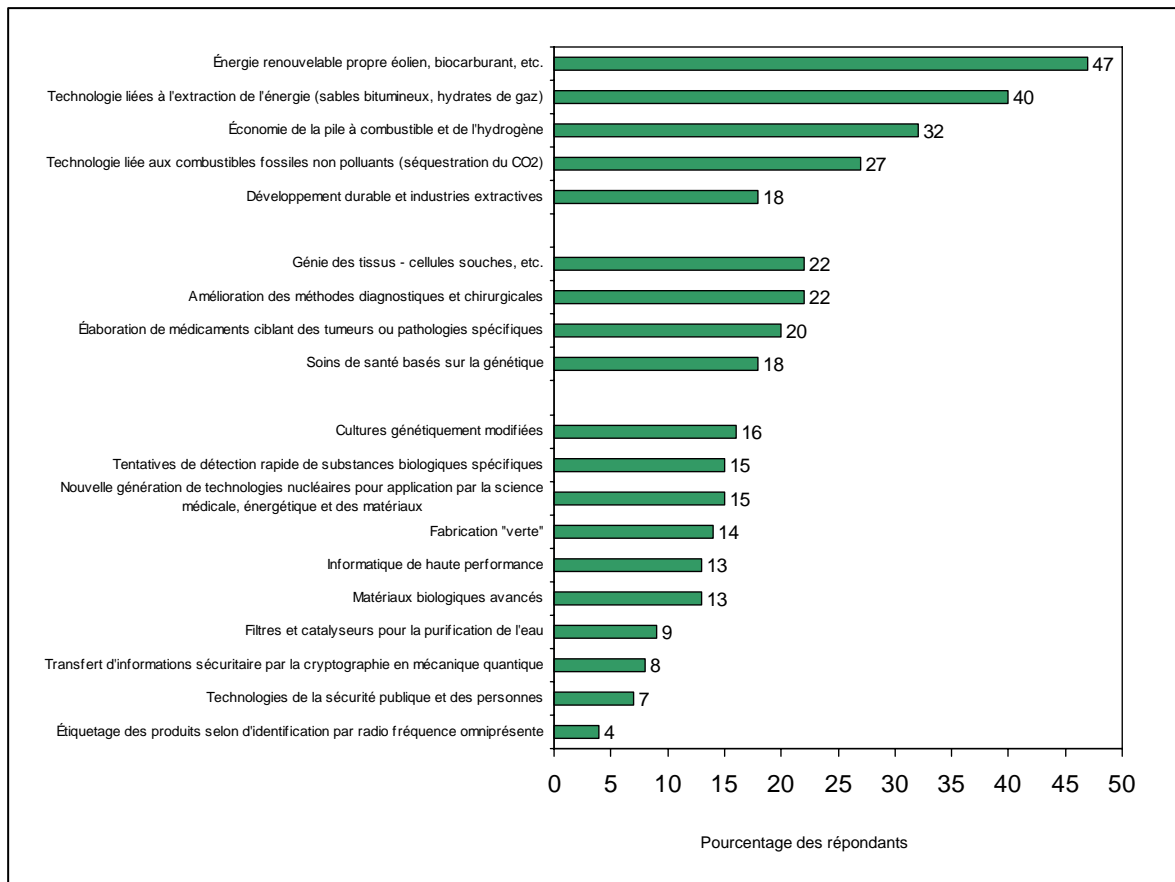
## Résultats de l'enquête

Le questionnaire de l'enquête en ligne présentait aux répondants une liste de 19 domaines de recherche ou applications technologiques dont l'importance risque de croître dans les 10-15 prochaines années. Les répondants étaient appelés à choisir jusqu'à *cinq* domaines pour lesquels ils pensaient que « le Canada était bien placé pour être parmi les leaders mondiaux dans son développement et/ou application. » Le comité a choisi neuf des 16 technologies clés du rapport de la Corporation RAND (**Figure 7.2**) qui ont été jugées les plus pertinentes pour le Canada. Nous les avons complétées avec des domaines suggérés par plusieurs experts consultés. Les répondants pouvaient également ajouter des domaines qu'ils pensaient être plus importants que ceux de la liste.

Par une grande marge, les répondants de l'enquête ont identifié les technologies énergétiques comme le domaine où le Canada est le mieux placé pour développer des atouts importants dans le futur (**Figure 7.4**). Les quatre premiers domaines émergents sont tous reliés à la catégorie de l'énergie et trois d'entre eux liés à l'énergie durable.

**Figure 7.4**

**Résultats de l'enquête sur les opportunités émergentes – Pourcentage des répondants qui ont inclus les secteurs listés dans leur « top 5 »**



Les énergies renouvelables propres occupent le haut de la liste – 47% des répondants les incluent dans leur 5 premiers choix. En deuxième position, on retrouve « les technologies liées à l'extraction de l'énergie » (40%), suivi de « l'économie de la pile à combustible et de l'hydrogène » (32%), et « les technologies liées aux combustibles fossiles non polluants » (27%). On retrouve également dans ce groupe le domaine du « développement durable et des industries extractives » (18%) qui est évidemment important pour le Canada. Les quatre « énergies propres » se retrouvent au croisement de deux impulsions globales – la préoccupation pour le changement climatique et la position du Canada en tant que super puissance en ressources naturelles, et en particulier en tant que producteur important d'énergie fossile.

Le comité note que la liste des cinq premiers domaines émergents attribués aux énergies propres est incohérente avec l'évaluation modeste des atouts actuels du Canada avec « l'énergie verte » (voir **chapitre 5**). Ceci nous renvoie à nous demander si les réponses de cette enquête reflète une évaluation réaliste d'où se situe le Canada en *meilleure position* pour être un leader global, ou si les réponses révèlent une puissante aspiration sur où le Canada devrait être leader. Dans tous les cas, il existe une différence significative entre la réalité et les aspirations. Il reste beaucoup de chemin à parcourir pour que le Canada devienne un leader international en énergie propre.

Le second ensemble regroupe les technologies de la santé, incluant le génie des tissus (22%), l'amélioration des méthodes diagnostiques et chirurgicales (22%) ; élaboration de médicaments ciblant des tumeurs ou pathologies spécifiques (20%) ; et soins de santé basés sur la génétique «sur mesure» (18%).

Dans la **Figure 7.5**, nous approfondissons l'analyse des réponses de l'enquête afin de vérifier leur consistance par rapport aux grands groupes et régions d'affiliation. Bien que les répondants aient classé les technologies énergétiques dans les quatre premières positions, le classement varie selon leur affiliation, leur âge et leur région.

## Figure 7.5

### Perspectives variées des répondants à l'enquête sur les opportunités émergentes

Item	Pourcentage des répondants incluant l'item parmi leurs 5 premiers												
	Total	Univ	Entr	Gouv	<35	>55	C-B	AB	M/S	ON	QC	ATL	INTL
Énerg. renouvel. propre (éolien, biocarb)	47	<b>44</b>	<b>58</b>	49	55	<b>42</b>	52	50	57	<b>41</b>	53	49	45
Technol. liées à l'extraction de l'énergie (sables bitumineux, hydrates de gaz)	40	<b>36</b>	<b>51</b>	<b>51</b>	29	<b>47</b>	34	<b>62</b>	47	42	<b>30</b>	41	36
Écon.- pile à combustible et hydrogène	32	<b>27</b>	<b>39</b>	<b>40</b>	35	31	<b>45</b>	26	25	32	30	32	30
Technol. liées aux combustibles fossiles non polluants; séquestration du CO2...	27	25	32	31	25	28	29	<b>55</b>	28	25	<b>18</b>	27	28
Génie des tissus - cellules souches, etc.	22	25	21	22	22	22	18	18	16	24	<b>29</b>	<b>12</b>	20
Amélioration des méthodes diagnostiques et chirurgicales	22	21	23	22	16	24	17	27	14	<b>26</b>	24	<b>10</b>	16
Élaboration de médicaments ciblant des tumeurs ou pathologies spécifiques	20	22	21	16	22	20	27	18	14	18	<b>29</b>	15	13
Dév. durable et industries extractives	18	15	21	22	16	17	21	18	27	16	15	20	19
Soins de santé basés sur la génétique	18	19	<b>14</b>	21	17	20	23	16	12	18	22	11	23
Récoltes génétiquement modifiées	16	14	14	<b>24</b>	15	19	13	<b>24</b>	<b>39</b>	16	<b>9</b>	17	17
Tentatives de détection rapide de substances biologiques spécifiques	15	17	17	16	10	13	13	13	24	14	18	12	13
Nouv. technol. nucl. - application par sci médicale, énergétique et matériaux	15	14	17	19	13	<b>20</b>	11	14	23	<b>19</b>	11	11	9
Fabrication « verte »	14	14	15	14	<b>23</b>	12	20	11	11	12	15	16	25
Informatique de haute performance	13	13	11	16	14	14	15	11	7	13	15	14	14
Matériaux biologiques avancés	13	13	16	16	14	13	10	9	<b>25</b>	14	14	14	14
Filtres et catalyseurs pour l'eau pure	9	8	12	12	8	10	7	11	10	11	6	11	6
Transfert d'info. sécuritaire par la cryptographie en mécanique quantique	8	7	4	9	10	9	6	11	4	8	7	3	12
Technol. - sécurité publique/personnes	7	6	8	<b>13</b>	6	8	5	6	1	8	8	10	7
Étiquetage des produits selon l'identif. par radio-fréquence omniprésente	4	3	<b>7</b>	5	2	3	2	4	4	3	5	5	3

Les cellules en caractères gras du tableau indiquent des écarts statistiques importants par rapport à la cote générale, c.-à-d. que la probabilité que l'écart soit simplement dû au hasard est de moins de 1 %.

La **Figure 7.5** dévoile un certain nombre de caractéristiques notables dans les réponses – par exemple :

- Les répondants affiliés au secteur privé ont placé en grand nombre les énergies propres renouvelables en haut de la liste – presque 60% les ont inclus dans leur cinq premiers choix d’opportunités les plus prometteuses. Il est important de noter que les répondants du secteur privé et des gouvernements ont classé au plus haut les opportunités que représente le secteur énergétique. Les répondants universitaires se sont montrés moins enthousiastes à cet égard, même si ce secteur était quand même en haut de leurs listes.
- Un autre modèle remarquable à noter est « l’appui » donné aux récoltes génétiquement modifiées et aux soins de santé basés sur la génétique « sur mesure » par les répondants du secteur gouvernemental en contraste important des répondants du secteur des affaires vers ces domaines.
- Les répondants les plus jeunes (moins de 35 ans) ont choisi beaucoup plus fréquemment les énergies propres renouvelables que le groupe de répondants de plus de 55 ans. Réciproquement, le groupe le plus âgé a placé les technologies liées à l’extraction de l’énergie comme le premier atout émergent. Le groupe le plus âgé a également sélectionné en plus grand nombre que le groupe de moins de 35 ans « l’amélioration des méthodes diagnostiques et chirurgicales » dans leur top 5. Mais le groupe le plus jeune a trouvé plus de potentiel dans « la fabrication verte » que celui de plus de 55 ans.
- Il existe également des différences significatives entre les répondants des différentes régions – p.ex., les répondants de la Colombie-Britannique ont sélectionné en plus grand nombre « l’économie de la pile à combustible et de l’hydrogène » parmi leur cinq premiers choix ; les Albertains étaient plus enclins que la moyenne à choisir « les technologies liées à l’extraction de l’énergie » et « les technologies liées aux combustibles fossiles non polluants », alors que les Québécois étaient moins enclins que la moyenne à choisir ces secteurs; les répondants du Manitoba et de Saskatchewan étaient plus enclins que la moyenne à trouver plus d’opportunités dans les « récoltes génétiquement modifiées » et les « matériaux biologiques avancés ». Dans tous les cas, on voit la forte influence exercée par la spécialisation régionale existante dans la vision des opportunités futures.
- Entre les éléments les moins cités parmi les cinq premiers, il est à noter que les officiels du gouvernement étaient deux fois plus enclins à inclure « les technologies de la sécurité publique et des personnes » que la moyenne. Les affiliés au monde des affaires étaient deux fois plus enclins à sélectionner les « produits étiquetés par IRF (Identification par radio-fréquence). (L’importance commerciale des IRF est déjà apparente.)

## Autres domaines émergents cités par les répondants

Le comité reconnaît que les réponses à la question de l’enquête ont un degré de biais de menu dû aux 19 items pré-établis parmi lesquels il fallait choisir les cinq plus importants. Afin d’atténuer ce biais, nous avons invité les participants à suggérer des domaines non inclus dans la liste. Environ 200 répondants ont proposé de nouveaux items.

Quelques thèmes ressortent de ces réponses. En accord avec les résultats en général, les domaines de l’énergie et de l’environnement ont été les plus cités et incluent: immeubles énergétiquement efficaces ; récupération d’espèces en danger ; modélisation de l’écosystème ; détection

environnementale ; pesticides non- dommageables pour l'environnement ; assainissement environnemental.

La recherche et les applications médicales correspondent au second groupe le plus large dans les « autres » réponses, reflétant la tendance du classement des 19 items pré-établis. Certains des domaines prometteurs de cette catégorie sont : la recherche en neuroscience basique et clinique ; les biotechnologies pour la conception de médicaments ; la recherche sur le diabète ; les nouvelles approches face aux thérapies antibiotiques ; et les traitements liés aux populations vieillissantes.

D'autres grappes importantes comprennent les technologies de l'information et de la communication - c.-à-d., équipements et logiciels géomatiques (qui ont aussi une application importante dans la gestion de l'environnement et des industries de ressources naturelles) ; systèmes de défense pour les missions intégrées ; commerce électronique ; et traitement de l'information quantique. Il y a eu quelques suggestions en rapport aux ressources naturelles (p.ex., minage robotique et perforation en haute mer) ; ainsi que plusieurs mentions des S et T marines et océaniques et de la recherche en Arctique.

Les réponses correspondant aux futures opportunités illustrent l'importance croissante des applications interdisciplinaires et de la création de nouvelles spécialités à partir de la combinaison de domaines ou méthodes qui étaient traditionnellement séparés. Un certain nombre de secteurs suggérés par rapport au leadership émergent du Canada inclut ce type de recherche interdisciplinaire : nanotechnologie pour les diagnostics et les thérapies ; composés biophotoniques en médecine ; bioinformatiques ; applications de mathématiques pures à l'informatique ; et l'informatique pour les Lettres.

Ces suggestions additionnelles ont mis en évidence de nombreux domaines prometteurs. Le modèle est dans son ensemble cohérent avec les réponses obtenues avec le menu pré-établi et avec les grands groupes d'atouts en S et T du Canada identifiés dans le **chapitre 5**. Les items additionnels proposés par les répondants de l'enquête viennent donc donner plus de poids à ces conclusions.

On peut tirer une dernière perspective sur les domaines de futures opportunités pour le Canada à partir de la tendance des notes données par les répondants à 197 sous-secteurs de recherche et d'applications technologiques, tel qu'expliqué dans le **chapitre 5** et bien détaillé dans l'**Annexe 4**. La **Figure 7.6** définit les domaines pour lesquels les répondants étaient le plus en accord pour dire que le Canada a pris de l'expansion. (On a inclus les domaines pour lesquels au moins 35% des répondants pensaient que le Canada prenait de l'expansion et pour lesquels l'indicateur tendanciel de « hausse moins baisse » était de 20% ou plus).

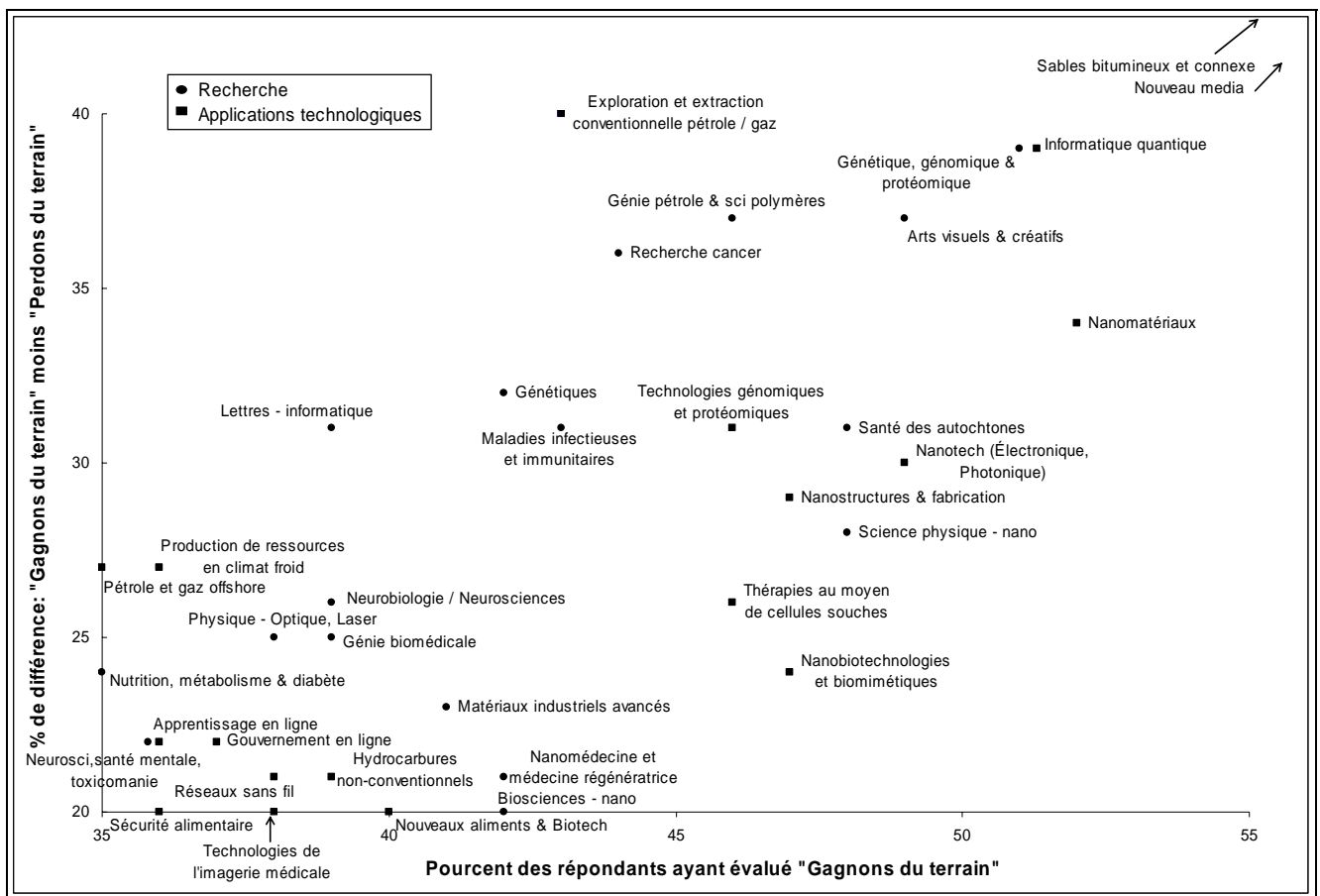
On remarque que la plupart des disciplines et technologies de la figure sont liés aux TIC et à leurs applications, les sciences biologiques et de la santé, différentes applications de la nanotechnologie, et les ressources naturelles. Il n'y pas besoin de représentants du nouveau type de sciences et technologies environnementales pour compléter les aspirations résumées dans la **Figure 7.4**.

Le comité prend note, en conclusion, de l'opportunité offerte par la relation proche qui existe entre le Canada et les Etats-Unis en matière de S et T. Les innombrables collaborations en recherche entre les

deux pays, impliquant des individus et des groupes, tout comme la dense toile de relations commerciales donnent au Canada un avantage unique. En demeurant attentif aux domaines émergents aux États-Unis, le Canada peut être mieux placé que d'autres au moment d'identifier les derniers développements en S et T et de les adapter rapidement aux domaines de plus grande importance pour le Canada.

**Figure 7.6**

**Perspectives de croissance selon les répondants à l'enquête**





## 8. OBSERVATIONS FINALES

---

Dans ce dernier chapitre nous traçons ensemble quelques larges thèmes résultant de notre travail, incluant plusieurs observations des répondants de l'enquête, formulées dans leurs propres mots. Nous rappelons aussi quelques unes des questions les plus pointues soulevées par nos conclusions ainsi que des aspects de l'analyse qui peuvent être utilement étendue ou approfondie.

### Les atouts en S et T du Canada

Il a été demandé aux participants de l'enquête en ligne d'évaluer les atouts en S et T du Canada, et dans l'ensemble, la tendance. Les résultats, reflétant 1 490 réponses, sont dépeintes dans la **Figure 8.1**, réparties selon l'âge et l'affiliation.

- La vue intégrée des atouts du Canada dans l'ensemble en science et technologie est quelque peu plus pessimiste que l'opinion des répondants à l'enquête sur les atouts en S et T dans les secteurs spécifiques de recherche, d'application technologique et d'infrastructure. Un peu moins de la moitié des répondants classent le Canada fort (cote 5, 6, 7) dans l'ensemble en S et T et environ un quart pensent que nous sommes faibles (cote 1, 2, 3) par rapport à la moyenne des autres pays économiquement avancés.
- La perception de la tendance d'ensemble est plutôt pessimiste – presque 40 % pensent que le Canada perd du terrain, alors que 28 % seulement nous voient en gagner. La tendance nette, une fois encore, est considérablement plus pessimiste que la façon de voir (moyenne) dans les secteurs spécifiques de recherche et d'application technologique (voir la partie inférieure de la **Figure 8.1**).
- La perception d'ensemble est raisonnablement cohérente à travers les affiliations et les âges. Ceux qui ont moins de 35 ans perçoivent plus d'atouts mais ne sont pas beaucoup plus optimistes que la moyenne vis-à-vis de la tendance – c.-à-d. 38% baisse vs. 33% hausse.
- Les points de vue des personnes affiliées au gouvernement et aux entreprises sont remarquablement similaires, et ils sont plus pessimistes en ce qui concerne les atouts et la tendance que ceux des personnes d'affiliation académique.

### Un survol de quelques thèmes

Au milieu de l'abondance d'évidences rassemblées pour ce rapport, certains thèmes ont été récurrents par différents aspects :

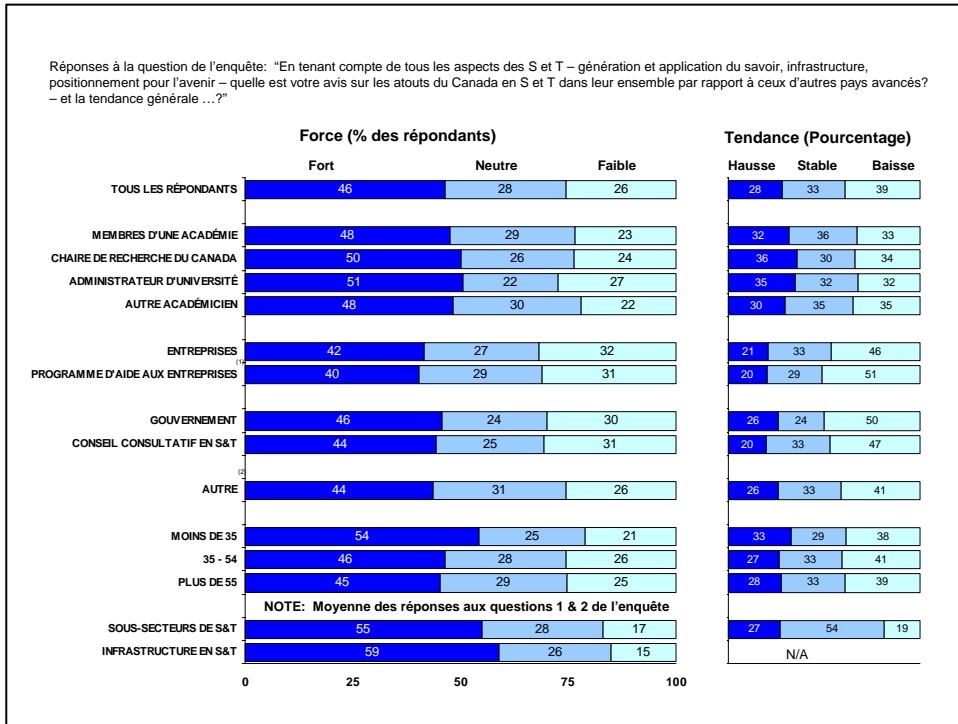
*Le Canada est particulièrement éminent en travail interdisciplinaire en général, dû en partie à notre forte culture de partage de programmes, de technologies, et d'autres ressources.  
Membre, SRC Académie des sciences sociales*

**La signification de l'interdisciplinarité** – Il y a un changement de paradigme en route sur la façon de faire de la science dans le monde. L'inter et la multi-disciplinarité deviennent la norme dans l'approche de la résolution de problèmes de recherche. Les activités et les aspirations des chercheurs évoluent vers des secteurs comme la biotechnologie et la nanoscience ou les disciplines traditionnelles de base – sciences physiques, chimie,

biologie et autres – deviennent, en effet, submergées par les composantes de compétences requises pour pénétrer les nouveaux secteurs. Ce processus dynamique de courant et de fusion complique le travail d'estimation des atouts en S et T basés sur les données rétrospectives et les catégories.

**Figure 8.1**

**Perspectives sur les atouts du Canada en S et T dans leur ensemble**



Les atouts canadiens sont souvent soutenus par un bon système de réseautage de scientifiques et de l'industrie. CANARIE et le RCE sont des outils qui soutiennent réellement la recherche partagée. La collaboration entre les instituts, l'industrie et l'académie est quelque chose qui s'est améliorée de façon notable depuis les 10 dernières années. FCI a été aussi un facteur clé pour faire participer les universités. En plus, certains groupes d'entreprises (Fuel Cell Canada, New Media BC) jouent un grand rôle en encourageant la collaboration particulièrement avec les autres pays. Agent du PARI ou de Partenariats de technologie du Canada

**La collaboration et le réseautage** – Une contrepartie de l'interdisciplinarité est l'importance croissante de la collaboration, à travers les disciplines, à travers les frontières et à travers les divisions qui ont traditionnellement séparé les institutions – en particulier celles des universités, des entreprises et du gouvernement. Une infrastructure 'légère' efficace pour appuyer la collaboration est donc une dimension de plus en plus importante d'atout en S et T. Le Canada a été un pionnier de la collaboration en réseautage à travers des innovations telles que l'Institut canadien pour la recherche avancée, les Réseaux des Centres d'excellence, la Fondation pour l'innovation du Canada, et beaucoup d'autres initiatives par les agences d'octroi de bourses, les provinces et les universités elles-mêmes.

### **Fort dans la recherche.... plus faible en commercialisation et concrétisation**

**technologique** – Une conclusion centrale tirée de l'évidence de ce rapport est que le Canada a construit des atouts importants dans de nombreux secteurs de recherche et il y a de l'espoir que nous gagnons du terrain dans plusieurs des nouveaux secteurs – par exemple la génomique, la science des nanomatériaux, les médias numériques. Sur la base des commentaires de l'enquête (**Encadré 8.1**) et des points de vue du comité, nous faisons moins bien dans la conversion d'atout en science basique en succès commercial durable – c.-à-d. les entreprises en croissance dans les secteurs technologiques sophistiqués qui gardent leur base au Canada lorsqu'elles atteignent leur masse critique. C'est une déficience de longue date dans le système d'innovation du Canada qui demande à être résolue de façon à ce que les atouts considérables du Canada en S et T soient concrétisés.

### **Pour le futur**

Le travail n'est jamais fini. Alors que nous pensons que cette étude a fait avancer la compréhension des atouts et des capacités en S et T du Canada, beaucoup reste à faire à l'égard de la méthodologie pour un travail de cette sorte, les implications de nos conclusions, et les problèmes importants étant toujours irrésolus.

**La Méthodologie** – L'application de la méthodologie des 'quatre optiques' était plus faible à l'égard du point de vue de l'étranger. Plus de données concurrentielles et actuelles sur les accords formels existants et les collaborations pourraient être maintenues, et guidées par un objectif d'identifier les atouts canadiens à travers les types de collaboration que d'autres recherchent avec nous. La méthode d'enquête pourrait être également utilisée avec des participants étrangers, mais à l'évidence devrait être sélective afin de s'assurer qu'ils aient une connaissance spécifique en S et T canadiennes (p.ex., Canadiens étudiant ou travaillant l'étranger ; participants étrangers à des collaborations ou initiatives telles que le Partenariat stratégique Canada-Californie ; analystes en S et T de compagnies étrangères ou de gouvernements ; autres académies des sciences.

La deuxième faiblesse principale de la méthodologie provient de l'analyse technométrique. C'est une tâche assidue en vue des besoins de relier ensemble des catégories adaptées à aujourd'hui à partir de classes de brevets qui pourraient avoir été définies au 19<sup>ème</sup> siècle. Le temps limité pour notre étude exclut une analyse technométrique très approfondie.

Une troisième lacune dans notre analyse a été l'absence d'un exercice 'prévoyant' de renseigner sur une évaluation des meilleures opportunités pour le Canada sur une période de cinq à dix ans. Bien qu'il y ait clairement des limites à la capacité de tels exercices de 'prédire' actuellement, l'activité a de la valeur en soi par les dialogues qu'elle pourra susciter.

**Implications des conclusions** - Les résultats de l'enquête, en plus de fournir une carte détaillée des atouts perçus du Canada en S et T, pointent quelques faiblesses significatives – par exemple le défaut perçu de l'infrastructure des institutions financières pour soutenir la S et T ; l'état des capacités du Canada en rapport avec les technologies des transports ; les faiblesses perçues dans d'importantes composantes de l'industrie des produits forestiers, et dans le secteur pharmaceutique ; et, le point de vue réservé des répondants de l'enquête concernant les avantages en S et T, ou sinon, des systèmes réglementaires du

Canada. Nous n'exprimons aucun point de vue sur ces questions mais nous les soulevons simplement ici pour que d'autres les mettent à leur ordre du jour.

Dans cette veine, nous pouvons aussi remarquer la note implicite de pessimisme dans le classement général des atouts du Canada en S et T et plus particulièrement, le 40% des répondants pensant que nous perdons du terrain (**Figure 8.1**).

Nous avons tenté d'interpréter ce qui se profile derrière les résultats de l'enquête. En particulier dans le chapitre 5, les résultats contiennent une abondance d'informations qui peuvent être analysées et interprétées par les diverses communautés concernées. De plus, nous pensons que l'un des aspects les plus utiles de notre rapport est la base qu'il fournit pour développer une compréhension du système de S et T du Canada plus profonde, et plus largement partagée. Par exemple, l'ensemble de graphiques 'force vs. tendance' des 197 sous-secteurs (**Figure 5.15**) pourrait stimuler de nombreux dialogues avec et entre la communauté des experts pour interpréter pourquoi les répondants à l'enquête collectivement ont placé les disciplines et technologies là où elles ont été placées.

**Encore en attente** – Ce rapport laisse deux grandes questions non résolues – une implicite, l'autre explicite. La question explicite, soulevée par l'enquête, est l'écart entre notre aspiration à développer une capacité première dans les technologies de l'énergie propre, et la réalité actuelle. Ceci est un défi significatif qui a été clairement identifié.

La deuxième question, et bien plus vaste, exprimée par exemple, par les répondants de l'enquête dans l'**Encadré 8.1**, est la difficulté de transfert de connaissances à partir des chercheurs des universités vers les innovateurs de l'industrie. Une étude en profondeur des faiblesses et des atouts canadiens, leurs causes et les remèdes possibles pourrait s'appuyer sur l'étude actuelle en mettant l'accent en premier sur les secteurs de S et T dans lesquels le Canada est actuellement fort. Où sont les obstacles dans la traduction des atouts canadiens de S et T en innovation et en création de richesse qui rehausseront la qualité de vie des canadiens ? Comment ces barrières peuvent-elles être abaissées ?

Nous laissons le mot de la fin aux répondants de notre sondage - **Encadré 8.2**

## Encadré 8.1

### Le défi de commercialisation / concrétisation technologique – Les échos de l’enquête

Le questionnaire de l’enquête invitait les participants à commenter, dans leurs propres mots, n’importe lequel des aspects des capacités en S et T du Canada, existantes ou éventuelles. Plus d’un tiers des répondants – 538 individus – choisirent de le faire. Des extraits de leurs commentaires se trouvent à travers le rapport pour illustrer, ou amplifier, certains points dans le texte. Nous avons rassemblé ici un petit échantillonnage qui illustre un défi constant pour le Canada.

- « L’absence au Canada d’un fort et large éventail de R et D financée et basée sur l’industrie place le pays en désavantage énorme par rapport aux autres économies avancées. » *Administrateur d’université*
- « Le Canada croît relativement aux Etats-Unis dans toutes les sphères de la recherche de base mais pas en exploitation commerciale de la recherche. »  
*Membre, SRC : Académie des arts et des lettres*
- « Le Canada fait de la très bonne recherche basique et appliquée mais peine dans la traduction des découvertes en produits et services commercialisables. Il y a une sérieuse lacune de développement de la technologie et de la capacité de démonstration au Canada. » *Membre, Académie canadienne de génie*
- « Les discussions de traduire la recherche en applications commerciales ont tendance à être une suite simpliste ‘découvrir – inventer – commercialiser’. Le rapport entre le système de S et T et le succès commercial est beaucoup plus complexe. Il y a des rétroactions tout au long des procédés réussis. Nous risquons de rater des gains réels en mettant en place des objectifs dirigés avec une conception étriquée. » *Membre, SRC Académie des sciences*
- « Traduire la recherche en application commerciale a été la faiblesse du Canada. Il y a eu un fossé entre la communauté des entreprises et la communauté académique et les ponts n’ont pas été construits. Les ponts prétendus (CNRC, CRSNG, RNCan) ont été bien plus proches de la communauté académique que de la communauté des entreprises. » *Agent du PARI ou Partenariats de technologie du Canada*
- « Nous paraissions avoir peur de choisir et/ou soutenir des gagnants potentiels comptant plutôt sur une approche passive et de ‘due’ pour le soutien industriel de R et D (RS et DE), qui n’a pas prouvé d’efficacité en stimulant RI&D de façon révolutionnaire comme le fit à l’origine le PARI avec des projets tels que *Digital Switching and Fibre-optics* à Northern Telecom dans les années 70 et 80. »  
*Employé du gouvernement fédéral*
- « Je pense que le Canada est faible en traduction de la recherche en application commerciale. Cette faiblesse semble être plus le résultat de problèmes économiques, financiers et culturels que de capacité spécifique de S et T. »  
*Employé d’entreprise*

## Encadré 8.2

### Réflexions sur la stratégie de S et T – Les voix de l'enquête

- « Nous avons transformé le pays depuis 1997, d'un joueur médiocre (largement parlant) au niveau international sur l'estrade de R et D à un pays perçu comme étant en progression en termes d'investissement de recherche basique et de rendement. Mais nous avons seulement construit un momentum. Nous DEVONS continuer à investir au niveau national pour récolter les fruits de ce momentum. »  
*Membre, SRC Académie des sciences*
- « Nous dépensons beaucoup d'argent en recherche de découvertes, et nous y sommes dans l'ensemble compétitifs. Là où nous sommes faibles c'est dans la traduction soit aux applications commerciales ou aux biens publics. . » *Membre, SRC Académie des sciences*
- « Le Canada a un avantage significatif dans certains secteurs de science basique et il a besoin de s'assurer que ceci est préservé lorsqu'il tente de développer des atouts dans les applications. » *Membre du programme, Institut canadien pour la recherche avancée*
- « C'est important de soutenir la recherche en sciences humaines et en sciences sociales en conjonction avec la 'pure' S et T pour s'assurer que nous poursuivons des programmes précieux socialement et que nous savons comment intégrer les produits qui apparaissent dans une société complexe et diverse. » *Membre, SRC Académie des arts et des lettres*
- « La prochaine génération d'avances technologiques dans les domaines du génie, de la médecine et des sciences demanderont une approche multidisciplinaire des systèmes. » *Récipiendaire du Fonds de développement de la technologie*
- « Le Canada a désespérément besoin d'une stratégie en science basée sur nos atouts et sur les opportunités commerciales qui se présenteront. » *Membre, SRC Académie des sciences*
- « Je voudrais espérer qu'une issue possible de cette enquête et d'autres qui pourraient suivre c'est le développement d'une stratégie de recherche ou philosophie. Où voyons-nous la S et T canadienne dans cinq ou dix ans ? Comment pouvons-nous améliorer la situation actuelle ? Comment pouvons-nous encourager les collaborations entre les laboratoires du gouvernement, les universités et l'industrie ? Il doit y avoir un dialogue ouvert pour traiter ces problèmes. » *Chaire de recherche du Canada*

## BIBLIOGRAPHIE

---

Agriculture et Agro-alimentaire Canada. *Stratégie pour la science et l'innovation d'agriculture et Agro-alimentaire Canada*, Ottawa, Agriculture et Agro-alimentaire Canada, 2006. [www.agr.gc.ca/science-strategy](http://www.agr.gc.ca/science-strategy)

Aitkin, Don., « An Investment in the Future. » *Australian Financial Review*. First: 28. Sydney, John Fairfax Holdings Limited, 2006.

Archambault É. et Gingras Y, « Opinion Leader: The Decline of Canadian Science. » *Research Money*, 18(14). Toronto, Research Money Inc., 2004 [www.science-metrix.com/pdf/Science-Metrix\\_OST-CIRTS\\_Decline\\_Canadian\\_Science.pdf](http://www.science-metrix.com/pdf/Science-Metrix_OST-CIRTS_Decline_Canadian_Science.pdf)

*Beyond the Horizon: Identifying Emerging Priorities for S and T Integration*. Rapport de l'atelier « Au-delà de l'horizon », 13-23 septembre, 2005. N.p.\*

Bureau du Conseiller national des sciences, *An Assessment of Canadian Research Strengths in Nanotechnology: Report of the International Scientific Review Panel*, 2005. N.p.

Commerce international Canada, *Partenariats en science et technologie : L'atout canadien*, Ottawa, Travaux publics et Services gouvernementaux Canada, Éditions et Services de dépôt, 2006. [www.infoexport.gc.ca](http://www.infoexport.gc.ca)

Conference Board du Canada, *Leaders' Roundtable on Commercialization, Picking a Path to Prosperity – A Strategy for Global Best Commerce*, Ottawa, Conference Board du Canada, 2006.

Conference Board du Canada, *Performance and Potential 2005-06 The World and Canada: Trends Reshaping our Future*, Ottawa, Conference Board du Canada, 2005. [www.conferneceboard.ca/pandp](http://www.conferneceboard.ca/pandp)

Conference Board du Canada, *3<sup>rd</sup> Annual Innovation Report: Investing in Innovation*, Ottawa, Conference Board du Canada, 2001.

Conseil d'experts en sciences et en technologie, *Building Excellence in Science and Technology (BEST): The Federal Roles in Performing Science and Technology*. Ottawa, Industrie Canada, 1999. <http://www.csta-cest.ca/files/beste.pdf>

\* Nous utilisons les abréviations « N.p. » et « N.d. » pour signaler les références qui n'ont pas été publiées ou dont la date n'est pas indiquée.

Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie, N.d., *Précisions sur les programmes de paiements de transfert pour le CRSNG*. [www.nserc.ca/about/transfer-payments\\_e.pdf](http://www.nserc.ca/about/transfer-payments_e.pdf) (consulté le 16 août 2006)

Conseil international pour la science, *Foresight Analysis: Report of the Committee on Scientific Planning and Review (CSPR)*, Paris, Conseil international pour la science, 2004.

Conseil national de recherches du Canada, *Challenge Evaluation: The Analysis of Eight Challenges of Critical Importance to Canada and the World*, Ottawa, Travaux publics et Services gouvernementaux Canada, Éditions et Services de dépôt, 2005(a).

Conseil national de recherches du Canada. National Research Council Renewal Futures Team, *Looking Forward: S et T for the 21<sup>st</sup> Century – NRC Renewal Project Consolidation Report*, Ottawa, Travaux publics et Services gouvernementaux Canada, Éditions et Services de dépôt, 2005(b).

Conseil national de recherches du Canada. *Aerospace Industry Overview. Compilé de Strategic Plan: Using Our Technology Advantage – Adjusting to Change in the Canadian Aerospace Industry – Institut pour la recherche aérospatiale* 2005. N.p.

Conseil national de recherches du Canada, Saskatoon – Plant Biotechnology, Nutraceuticals, Bio-Products, 2006. [www.nrc-cnrc.gc.ca/aboutUs/corporatereports/fact\\_sheets/factsheet\\_saskatoon\\_e.html](http://www.nrc-cnrc.gc.ca/aboutUs/corporatereports/fact_sheets/factsheet_saskatoon_e.html) (consulté le 16 août)

De Rosnay, Joel, *The Macroscope*, New York, Harper and Row, 1979.

Groupe d'experts sur la commercialisation, *People and Excellence: The Heart of Successful Commercialization – Final Report of the Expert Panel on Commercialization*. Ottawa, Travaux publics et Services gouvernementaux Canada, Éditions et Services de dépôt, 2006. [http://strategis.ic.gc.ca/epic/internet/inepc-gdc.nsf/en/h\\_tq00013e.html](http://strategis.ic.gc.ca/epic/internet/inepc-gdc.nsf/en/h_tq00013e.html)

Henderson, Mark, « New Statistics Canada Survey Gives Policy Makers a Better Handle on R et D Spending That Directly Benefits Developing Countries. » *Research Money*. 20(12), Toronto, Research Money Inc., 2006

Holling, C.S., *Two Cultures of Ecology*, Waterloo, Resilience Alliance Publishing. *Conservation Ecology* [en ligne] 2(2): 4., 1998 <http://www.consecol.org/vol2/iss2/art4/>

Industrie Canada. *An Overview of the Performance of the Canadian Innovation System – Draft*, Surendra Gera, Francois Rimbaud et Kellie Fong 2006(a). N.p.

Industrie Canada, Direction générale de la politique d'innovation, *Données en sciences et technologie 2004*, Ottawa, Industrie Canada, 2006(b). [www.innovation.gc.ca/s-tinfo](http://www.innovation.gc.ca/s-tinfo)

- Instituts de recherche en santé du Canada, *Consultation nationale sur Investir dans l'avenir du Canada : Plan stratégique des IRSC pour l'innovation et la recherche en santé*, Ottawa, Travaux publics et Services gouvernementaux Canada, Éditions et Services de dépôt, 2003.
- Instituts de recherche en santé du Canada, *International Review Panel Report: 2000 – 2005*. Ottawa, Travaux publics et Services gouvernementaux Canada, Éditions et Services de dépôt, 2006.
- Katz, J.S et S. Stewart avec l'aide de T.A.K. Gow et B Martin, *Science Foresight Project Final Report*, Porton Down, Salisbury, Wiltshire, Defense Science and Technology Laboratory UK, 2001. [www.sussex.ac.uk/Units/spru/foresight](http://www.sussex.ac.uk/Units/spru/foresight)
- King, David, The Scientific Impact of Nations, *Nature*, 430: 311-316, New York, Nature Publishing Group, 2004.
- Liljemark, Thomas, *Innovation Policy in Canada: Strategy and Realities*. Östersund, ITPS, Swedish Institute For Growth Policy Studies, ,005.
- Lopez-Claros, Augusto, World Economic Forum. *Global Information Technology Report 2005-2006*, New York, Palgrave Macmillan, 2006.
- Microsoft Research Cambridge, The 2020 Science Group, *Towards 2020 Science*, Cambridge, Microsoft Corporation, 2006.
- National Academy of Sciences, National Academy of Engineering, Institute of Medicine, *Experiments in International Benchmarking of US Research Fields*, Washington, National Academy Press, 2000.
- National Academy of Sciences, National Academy of Engineering, Institute of Medicine, Committee on Science, Engineering and Public Policy, *Federal Research Programs: Research and the Government Performance and Results Ac.*, Washington, National Academy Press, 1999.
- National Academy of Sciences, National Academy of Engineering, Institute of Medicine, Committee on Science, Engineering and Public Policy, *Science, Technology, and the Federal Government: National Goals for a New Era*, Washington, National Academy Press, 1993.
- National Center for Education Statistics, *Comparative Indicators of Education in the U.S. and Other G8 Countries: 2002*, par Joel D. Sherman et Jennifer L. McGivern. Agent de projet : Mariann Lemke, Washington, U.S. Department of Education, 2003.
- National Science Board, *Science and Engineering Indicators 2006*, Volume 1 Arlington, National Science Foundation, 2006.  
<http://www.nsf.gov/statistics/seind06/pdf/volume1.pdf>

- Norling, Parry M., *International Benchmarking of Science and Technology, and Innovation: How Useful?* PMN draft for review and discussion, 9/12/2004; 12/11/2004; 5/11/2005 v7.0, 2005. N.p. <http://www.wren-network.net/resources/International.Benchmarking.of.ScienceV7.pdf>
- Organisation de coopération et de développement économiques, *Étude économique du Canada 2006 : Innovation et performance économique*, Chapitre 3, Paris, Organisation de coopération et de développement économiques, 2006(a).  
[www.oecd.org/document/16/0,2340,en\\_2649\\_201185\\_36951632\\_1\\_1\\_1\\_1,00.html](http://www.oecd.org/document/16/0,2340,en_2649_201185_36951632_1_1_1_1,00.html)
- Organisation de coopération et de développement économiques, *Evolution of Student Interest in Science and Technology Studies Policy Report*, Paris, Organisation de coopération et de développement économiques, 2006(b).
- Organisation de coopération et de développement économiques, *Fostering firm Creation and Entrepreneurship, DSTI Study*, Paris, Organisation de coopération et de développement économiques, 2004.
- Organisation de coopération et de développement économiques, *Les sources de croissance dans les pays de l' OCDE*, Paris, Organisation de coopération et de développement économiques, 2003.
- Organisation de coopération et de développement économiques, *Organization for Economic Co-operation and Development Case Study on Innovation in Energy Technology – Innovation in the Canadian Fuel Cell Industry*, Paris, Organisation de coopération et de développement économiques, 2006(d).  
<http://www.oecd.org/dataoecd/32/57/35574745.pdf>
- Organisation de coopération et de développement économiques, *Organization for Economic Co-operation and Development Science and Technology and Industry Outlook 2004 Country Response to Policy Questionnaire*, Paris, Organisation de coopération et de développement économiques, 2005(b).  
<http://www.oecd.org/dataoecd/31/28/34241711.pdf>
- Organisation de coopération et de développement économiques, *Principaux indicateurs de la science et de la technologie*, Vol. 2006, Numéro 1, Paris, Organisation de coopération et de développement économiques, 2006©.
- Organisation de coopération et de développement économiques, *Regards sur l'éducation : Les indicateurs de l'Organisation de coopération et de développement économique – 2005*, Paris, Organisation de coopération et de développement économiques, 2005(a).
- Organisation de coopération et de développement économiques, *Science, technologie et industrie, Tableau de bord de l'Organisation de coopération et de développement économique 2005*, Paris, Organisation de coopération et de développement économiques, 2005(c).

- Phillips, Peter W.B. et autres, *Managing Knowledge-based Agri-food Development*, AAF Study of the Saskatoon Final Project Report, 2004.  
<http://www.agbio-management.org/>
- Porter, Micheal E., « Location, Competition and Economic Development: Local Clusters in a Global Economy. » *Economic Development Quarterly*. 14(1) 15-34, 2000.  
<http://www.sagepub.co.uk/journalsSubscribe.nav?prodId=Journal200762>
- RAND Corporation, *The Global Technology Revolution 2020 In-Depth Analysis: Bio/Nano/Materials/Information Trends, Drivers, Barriers and Social Implications*, Santa Monica, RAND Corporation, 2006.  
[http://www.rand.org/pubs/technical\\_reports/2006/RAND\\_TR303.pdf](http://www.rand.org/pubs/technical_reports/2006/RAND_TR303.pdf)
- Ressources naturelles Canada (RNCAN), N.d. *Positioning NRCAN's S et T in the Innovation System* (Consultation des intervenants). N.p.
- Ressources naturelles Canada, 2006. [www.nrcan.gc.ca/statistics/factsheet.htm](http://www.nrcan.gc.ca/statistics/factsheet.htm) (consulté le 8 août 2006)
- Roseman, Dr. Mark, *An Overview of Nanotechnology in Canada: Environmental Scan of the Current State of Play. A Study for the Advisory Council on Science and Technology*, Ottawa, Travaux publics et Services gouvernementaux Canada, Éditions et Services de dépôt, 2005.
- Science and Technology in Support of Mission Critical Goals*. Rapport commandé par le Conseil des sous-ministres adjoints pour l'intégration des sciences et de la technologie. Été 2005.
- Science-Metrix, *Benchmarking of Canadian Biopharmaceutical Science and Technology*. Prepared for Industrie Canada's Life Science Branch, Montréal, Science-Metrix Inc., 2003(a) [http://science-metrix.com/pdf/SM\\_2003\\_002\\_IC\\_Biopharmaceutics\\_Benchmarking\\_Canada.pdf](http://science-metrix.com/pdf/SM_2003_002_IC_Biopharmaceutics_Benchmarking_Canada.pdf)
- Science-Metrix, *Benchmarking of Canadian Genomics – 1991-2002*. Prepared for Genome Canada, Montréal, Science-Metrix Inc., 2003(b) [http://science-metrix.com/pdf/SM\\_2003\\_005\\_GC\\_Benchmarking\\_Genomics\\_Canada.pdf](http://science-metrix.com/pdf/SM_2003_005_GC_Benchmarking_Genomics_Canada.pdf)
- Science-Metrix, *25 Years of Canadian Environmental Research – A Scientometric Analysis (1980 – 2004)*. Prepared for Environment Canada, Science and Technology Branch, Montréal, Science-Metrix Inc., 2006. [http://www.science-metrix.com/pdf/SM\\_2006\\_001\\_EC\\_Scientometrics\\_Environment\\_Full\\_Report.pdf](http://www.science-metrix.com/pdf/SM_2006_001_EC_Scientometrics_Environment_Full_Report.pdf)
- Science-Metrix, *Scan of Canadian Strengths in Biotechnology*. Prepared for the National Research Council of Canada, Montréal, Science-Metrix Inc., 2005  
[http://www.science-metrix.com/pdf/SM\\_2004\\_013\\_NRC\\_Biotechnology\\_Canadian\\_Strengths.pdf](http://www.science-metrix.com/pdf/SM_2004_013_NRC_Biotechnology_Canadian_Strengths.pdf)

- Sharpe, Andrew et Oliver Guilbault, *Center for the Study of Living Standards: Indicators of Innovation in Canadian Natural Resource Industries*, Ottawa, Center for the Study of Living Standards, 2005 <http://www.csls.ca/reports/csls2005-03.pdf>
- Statistique Canada, *Activités scientifiques fédérales 2004-2005*, Ottawa, Statistique Canada, (Catalogue no.88-204-XIE), 2005
- Statistique Canada, *Federal Science Expenditures Intended to Directly Benefit Developing Countries, 2004-2005*, Rapport commandé par le Bureau du Conseiller national des sciences, Ottawa, Statistique Canada, Science Innovation and Electronic Information Division, 2006.
- Statistique Canada, *La dynamique des entreprises au Canada*, Ottawa, Statistique Canada, (Catalogue No.61-534-XIE), 2003
- Stewart, Miriam, « Supporting Women's Research Careers: Strategies for Success. » *Healthcare Quarterly*. 9(1), Toronto, Longwoods Publishing Corporation, 2006.
- Strangway D.W., *An Appreciation of Accomplishments, Issues and Opportunities for CFI for Research in Canada*, 2004, N.p.
- Surowiecki, James, *The Wisdom of Crowds: Why the Many are Smarter Than the Few and How Collective Wisdom Shapes Business, Economies, Societies and Nations*, London, Time Warner Books UK., 2004
- Technopolis, *Research and Innovation Governance in Eight Countries et The Governance of Research and Innovation – An International Comparative Study* (supplément au rapport de synthèse mentionné précédemment), 2003, N.p. [http://www.technopolis-group.com/downloads/352\\_Meta\\_030127.pdf](http://www.technopolis-group.com/downloads/352_Meta_030127.pdf) and [http://www.technopolis-group.com/downloads/353\\_Country\\_finalJan\(4\).pdf](http://www.technopolis-group.com/downloads/353_Country_finalJan(4).pdf)
- Toms, Bill and David Watters, *Improving Productivity Through Changes to the Federal SR&ED Tax Program: A Joint ITAC-OCRI Position Paper*. Ottawa, Global Advantage Consulting Group Inc., 2006. <http://www.itac.ca/Archive/SRED/06JuneImprovingProductivitySR&ED.pdf>
- UK Consortium for Photonics and Optics, *Photonics Technology Mission to Canada – Mission Report*. Royaume-Uni, UK Consortium for Photonics and Optics, 2001.
- Wolfe, David A., *Policies for Cluster Creation: Lessons from the ISRN Research Initiative*. Présentation Powerpoint (17 février ), 2005. [http://www.utoronto.ca/isrn/documents/D.%20Wolfe\\_FedCan\\_Ottawa.ppt](http://www.utoronto.ca/isrn/documents/D.%20Wolfe_FedCan_Ottawa.ppt)

## ANNEXES

---

Annexe 1 : Lettre et mandat d'Industrie Canada.....	148
Annexe 2 : Facteurs contribuant à la force des S et T .....	153
Annexe 3 : Enquête sur les atouts et les capacités du Canada en science et technologie.....	157
Annexe 4 : Résultats de l'enquête sur les 197 sous-secteurs.....	177
Annexe 5 : Bibliométrie et technométrie .....	185
Annexe 6 : Comparaison des résultats de l'enquête et des résultats bibliométriques.....	205

## **Annexe 1 : Lettre et mandat d'Industrie Canada**

Minister of Industry



Ministre de l'Industrie

**Maxime Bernier**

Ottawa, Canada K1A 0H5

Monsieur Howard Alper, Ph.D.  
Président  
Conseil des académies canadiennes  
180, rue Elgin, 14<sup>e</sup> étage  
Ottawa (Ontario) K2P 2K3

Monsieur,

Tel que vous le savez déjà, je suis actuellement en attente d'une confirmation des ministères responsables de l'évaluation des quatre programmes jusqu'à maintenant identifiés, avant de référer ces derniers au Conseil des académies canadiennes. En raison de ce retard imprévu, nous élaborons aujourd'hui une nouvelle démarche qui permettra au gouvernement de faire avancer l'examen des programmes de haute qualité et d'en accélérer le processus décisionnel.

Entre-temps, j'ai pris la décision de référer le processus d'examen au Conseil. Je sais que le Conseil serait heureux de fournir, d'ici la fin août, une évaluation préliminaire des aptitudes et des points forts des sciences et de la technologie (S & T) au Canada, démontrant les domaines dans lesquels nous excellons. De plus, j'attends vos conseils en matière d'approche méthodologique nécessaire pour procéder à une évaluation détaillée et définitive des forces des S & T au Canada, à long terme, conformément aux modalités jointes à cette lettre.

Ce travail apportera tant au Conseil qu'au gouvernement. Ces renseignements profiteront au Conseil lors des prochains examens et appuieront le développement de la stratégie des S & T. Il sera intéressant de faciliter le procédé des examens futurs et de revoir les résultats qui découlent de ce travail à la fin de l'été.

Je vous prie d'agréer, Monsieur, l'expression de mes sentiments les meilleurs.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Maxime Bernier'.

Maxime Bernier

Pièce jointe

c.c. Monsieur Peter Nicholson

**Canada**

## CONSEIL DES ACADÉMIES CANADIENNES

### ÉVALUATION DES APTITUDES ET FORCES DES SCIENCES ET DE LA TECHNOLOGIE AU CANADA

Le 20 juin 2006

#### **But de l'évaluation**

Fournir à Industrie Canada des renseignements objectifs et référentiels à l'égard des principales aptitudes des S & T, et offrir au Conseil certains renseignements d'appui qui serviront de contexte utile lors de travaux à venir.

Ce projet ne sert pas à l'établissement des priorités. Toutefois, l'évaluation des forces des S & T peuvent être prises en compte lors d'un établissement éventuel des priorités.

#### **Examen proposé**

Industrie Canada recevra les suggestions du Conseil afin de mieux comprendre les aptitudes et les forces des S & T du Canada. Notamment, il sera utile de mieux comprendre :

- Les disciplines scientifiques dans lesquelles le Canada excelle au sein d'un contexte général;
- Les applications de la technologie dans lesquelles le Canada excelle au sein d'un contexte général;
- L'infrastructure des S & T qui présente actuellement au Canada des avantages uniques; et
- Les disciplines scientifiques et les applications technologiques qui ont le potentiel d'émerger comme zone de force importante pour le Canada et de générer des profits économiques et sociaux.

Le Conseil est invité à considérer que les réponses à ces questions sont clairement appuyées sur des connaissances actuelles et des preuves empiriques. Dans le cas présent, Industrie Canada accueillera un rapport qui fournira des mesures à ces questions selon l'opinion d'experts, la bibliométrie ou tout autre source de renseignements lisible et accessible.

Toutefois, si le Conseil détermine que les réponses obtenues ne sont pas appuyées sur des connaissances actuelles et des preuves empiriques, Industrie Canada recevra des recommandations concernant le type de source de renseignement pouvant être élaboré pour les besoins de cette tâche. En l'occurrence, le Conseil sera à même de consulter des spécialistes et aider Industrie Canada à élaborer un projet pour le type d'application de renseignements stratégiques de la nouvelles génération qui encouragera le Canada à innover afin de réaliser son plein potentiel.

Le Conseil livrera un premier avis en ce qui concerne les principales forces du Canada envers les S & T (c'est-à-dire, ceux dans lesquelles le Canada excelle) le 30 août 2006. Ces observations

préliminaires seront accompagnées de conseils liés à la méthodologie pour effectuer un examen plus détaillé et précis envers les aptitudes du Canada en matière des S & T. Ce rapport pourrait mener à une enquête plus détaillée. La principale exigence d'Industrie Canada est d'évaluer les sciences qui ont du potentiel pour le commerce.

Toutefois, le Conseil peut emprunter une définition plus large des sciences, tant que les atouts des sciences expérimentales du Canada sont bien protégés.

Le rapport sera présenté par le Conseil avec les suggestions du Comité consultatif scientifique. Industrie Canada veillera à ce que le Conseil accède à des sources d'information pertinentes au sein du gouvernement. De plus, le Conseil peut accéder à ces dernières directement.

### **Calendrier**

Un rapport préliminaire concernant les conclusions du Conseil est demandé pour le 30 août 2006. Une fois ce rapport complété et selon l'avis Du Conseil, Industrie Canada sera heureux de désigner le Conseil pour d'autres tâches sur une période de temps plus longue afin de considérer plus en profondeur le sujet.



## Annexe 2 : Facteurs contribuant à la force des S et T

Pour mesurer l'importance du choix des indicateurs de la force des S et T, il est nécessaire de prendre conscience de toute la complexité du concept général de force des S et T. La **Figure A2.1 (a)** et la **Figure A2.1 (b)** présentent des éléments clés d'un modèle de ce concept général. Le grand nombre d'éléments dans les tableaux montre que le système des S et T n'est pas une simple chaîne linéaire de cause et d'effet. Bien qu'il existe en réalité des douzaines de boucles de rétroaction dans la **Figure A2.1** (p.ex., l'éducation supérieure est à la fois un moteur du système et l'un de ses résultats clés), essayer de tous les montrer rendrait le tableau illisible. La terminologie des trois encadrés centraux – Intrants, Extrants et Résultats et effets – devrait être interprétée comme un ensemble commode d'étiquettes pour regrouper les éléments plutôt qu'une forme de linéarité directe entre intrant et résultat.

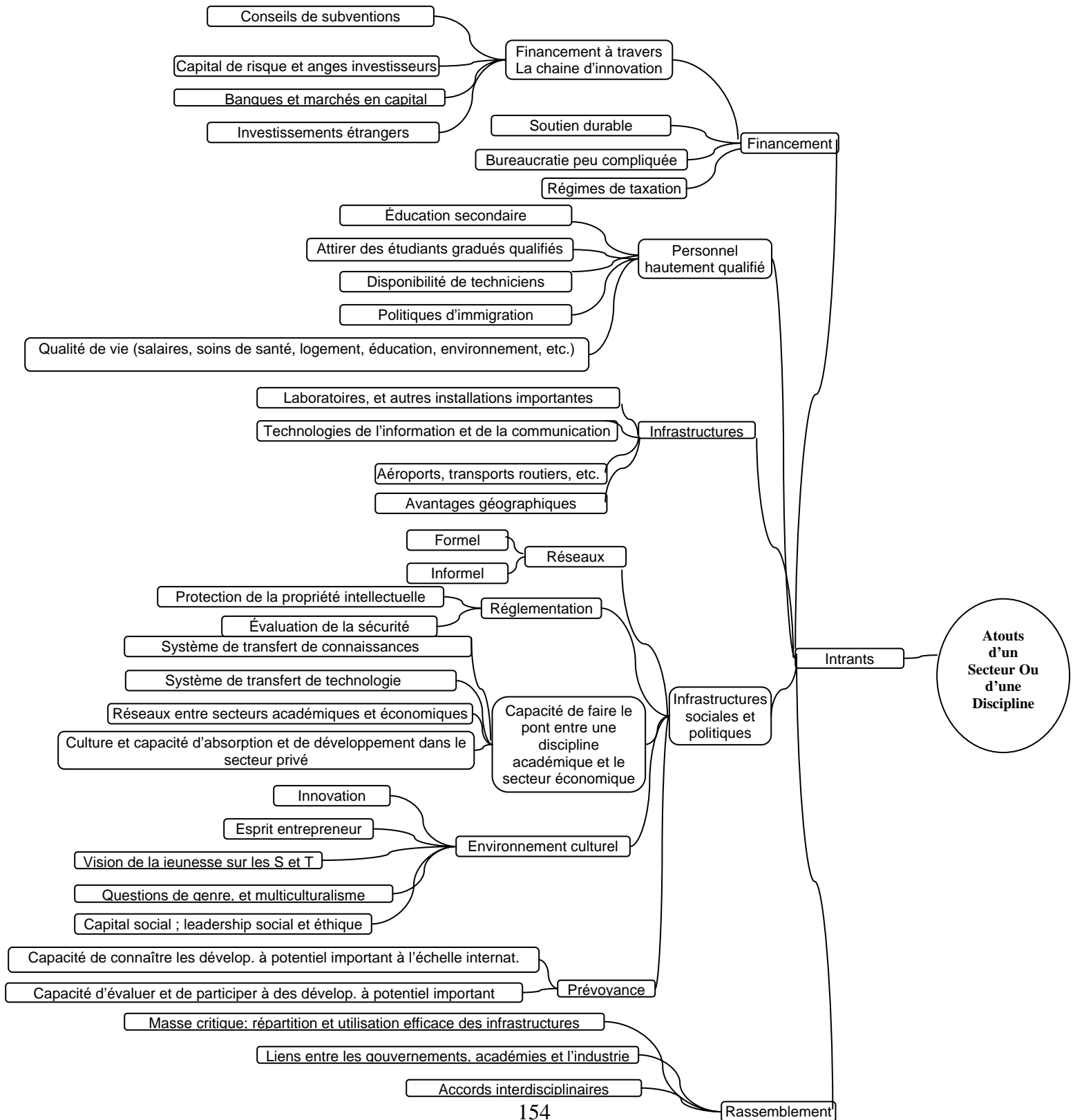
Chaque élément de la **Figure A2.1** pourrait être transformé en indicateur de la force des S et T. De fait, des combinaisons de plusieurs de ces indicateurs ont été utilisés dans la documentation – et dans le **Chapitre 4** du rapport – pour évaluer ou mesurer la force des S et T d'un pays <sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> On peut trouver un exemple de l'utilisation d'une multitude d'indicateurs du rendement sur le site Web [www.innovationecologies.com](http://www.innovationecologies.com). (Nota : Cette base de données est présentement en version *bêta*.)

**Figure A2.1(a)**

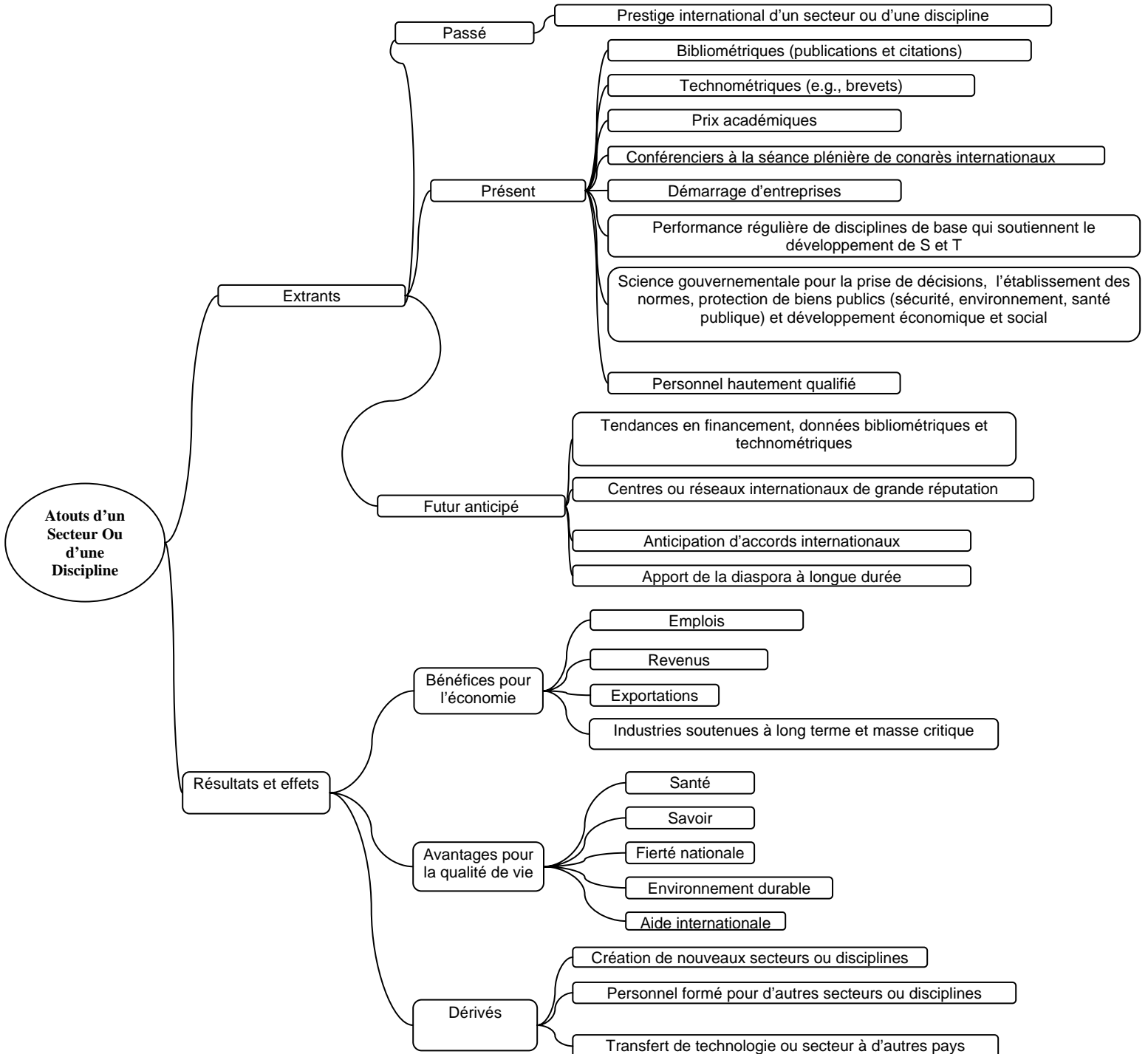
Réponses choisies à la question « Comment mesurer les forces des S et T? ». Chaque élément de ce tableau pourrait constituer la base d'un indicateur. On peut combiner ce tableau avec la **Figure A2.1 (b)**, mais il n'existe pas de cause à effet linéaire directe entre les deux.



## Figure A2.1 (b)

Réponses additionnelles à la question “Comment mesure t-on les atouts S et T ?”

NOTE : les retours d’opinion ne sont pas inclus dans cette figure (afin de la rendre plus lisible)





## Annexe 3 : Enquête sur les atouts et les capacités du Canada en science et technologie

Dans l'objectif de contribuer à établir le contexte d'une politique gouvernementale en science et technologie (S et T), il a été demandé au Conseil des académies canadiennes de faire rapport sur:

- les disciplines du génie et des sciences (incluant les sciences sociales et les lettres) dans lesquelles le Canada excelle dans le contexte international;
- les technologies dans lesquelles le Canada excelle dans le contexte international;
- les infrastructures de S et T qui procurent actuellement des avantages uniques au Canada; et
- les disciplines des sciences et du génie ainsi que les technologies qui ont le potentiel d'émerger en tant que domaines dans lesquels le Canada se démarque de façon significative et qui génèrent des avantages économiques et sociaux importants.

Nous cherchons à connaître l'opinion des personnes avisées pour assurer que la politique gouvernementale en S et T soit établie sur une base scientifique solide. Par conséquent, nous apprécierions que vous répondiez au questionnaire suivant.

- Le questionnaire doit être rempli en ligne.
- Remplir le questionnaire devrait prendre environ 20 minutes.
- Les données qui apparaîtront dans le rapport final seront compilées de façon à préserver l'anonymat des répondants.
- Le rapport du Conseil au gouvernement sera rendu public.

Les résultats de l'enquête seront combinés avec des données et une analyse qui présenteront une image à plusieurs facettes des capacités du Canada en S et T dans un contexte international.

Nous vous prions de soumettre votre questionnaire complété aussitôt que possible (avant le 8 août) afin que nous puissions allouer le temps nécessaire à l'analyse des résultats considérant que notre premier rapport devra être soumis au gouvernement avant le 30 août prochain.

Nous vous remercions de prendre le temps de partager votre expérience et votre vision dans l'objectif de présenter une image réelle et digne de foi des atouts du Canada en S et T.

**Instructions:** Cette enquête vise à connaître votre opinion personnelle sur la position du Canada par rapport au groupe comparatif de pays avancés dans un large éventail de domaines des S et T et des infrastructures qui leur sont reliées. Nous ne nous attendons pas à ce que vous effectuiez des recherches avant d'y répondre. Nous cherchons plutôt à connaître votre opinion avérée.

Afin de faciliter la présentation des réponses, ainsi que la comparaison bibliométrique et d'autres données statistiques, nous avons adopté une taxonomie des domaines principaux et des sous-secteurs qui demandent un degré approprié de «sub-division» mais qui exigent des compromis inévitables. Étant donné qu'aucune classification n'est idéale - notamment à cause du flou qui s'installe au niveau des délimitations traditionnelles liées à la multidisciplinarité - vous avez la possibilité d'ajouter des catégories dans la section « autre », si vous le jugez nécessaire.

## QUESTION 1

### QUELS SONT LES DOMAINES OÙ LE CANADA PRÉSENTE DES FORCES PARTICULIÈRES EN SCIENCE OU EN TECHNOLOGIE?

Vous trouverez ci-dessous une liste des disciplines de recherche et des domaines d'application technologique. Imaginez ceux-ci comme des «portes d'entrées» donnant accès à des domaines variés qui vous sont en quelque sorte familiers. Choisissez-en autant que vous le désirez. Lorsque vous sélectionnez une «porte d'entrée», un menu présentant les sous-secteurs liés au domaine général apparaîtra. Vous devriez ensuite considérer la position du Canada dans tous les sous-secteurs où vous vous sentez à l'aise d'exprimer une opinion.

Veillez noter qu'il n'est pas nécessaire de détenir une expertise approfondie dans un domaine précis pour exprimer une opinion. Nous cherchons à récolter autant de perceptions que possible. Il est entendu cependant qu'il n'est pas obligatoire de répondre à une question si vous jugez ne pas détenir suffisamment de connaissance pour le faire.

**Veillez noter qu'il vous sera possible de retourner au présent menu (si vous désirez) en cliquant au bas de la section présentant les sous-secteurs que vous aurez sélectionnés.**

#### **DOMAINES GÉNÉRAUX («Portes d'entrée»)**

(Sélectionnez les domaines que vous désirez évaluer en cliquant sur les boîtes pertinentes, ensuite cliquez le bouton «Continuer» et considérer les sous-secteurs qui apparaissent)

#### **DISCIPLINES DE RECHERCHE GÉNÉRALES**

- Sciences physiques, informatiques et mathématiques
- Sciences de la terre, des océans, de l'atmosphère et de l'espace
- Sciences de la vie
- Sciences de la santé
- Génie
- Sciences sociales
- Arts et lettres

#### **DOMAINES D'APPLICATION TECHNOLOGIQUE**

- Technologies de l'information et des communications (TIC)
- TIC services de technologie en ligne
- Technologies de fabrication, construction et transports
- Énergie, mines et foresterie
- Technologies de la chimie et des matériaux
- Technologies de l'agroalimentaire
- Technologies environnementales
- Biotechnologies et technologies médicales
- Nanotechnologies

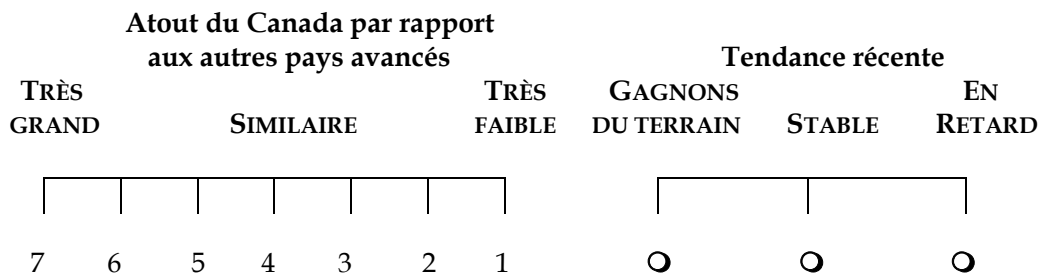
Pour chacun des sous-secteurs suivants où vous désirez exprimer un avis, veuillez d'abord nous faire part de votre opinion sur les atouts relatifs que possède le Canada présentement par rapport à d'autres pays avancés (c.-à-d. de façon générale, l'OCDE). Veuillez considérer autant la qualité que de l'étendue des travaux effectués au Canada.

Veillez ensuite nous faire part de votre avis sur la tendance générale en regard des atouts relatifs du Canada au cours des cinq dernières années environ - si nous gagnons du terrain, nous prenons du retard ou notre position demeure stable.

Si vous considérez ne pas détenir suffisamment de connaissances pour exprimer un avis dans un ou plusieurs sous-secteurs, veuillez ne pas y répondre.

**Q1.EQ.1**

**Sciences physiques, informatiques et mathématiques**



**SOUS-SECTEURS**

- Chimie - analytique
- Chimie - Physique
- Chimie - inorganique
- Chimie - organique
- Chimie - polymères
- Informatique - intelligence artificielle, robotique
- Informatique - développement de programmes et théorie
- Informatique - bases de données, systèmes d'information
- Informatique - interfaces humaines
- Matériel informatique (voir aussi génie)
- Mathématiques - appliquées
- Mathématiques - pures
- Mathématiques statistiques
- Physique - astronomie, astrophysique, cosmologie
- Physique - matière condensée
- Physique - particules élémentaires
- Physique - nucléaire
- Physique - optique; laser
- Physique - Plasma
- Physique - Informatique quantique
- Science physique - échelle nanométrique
- Autres

## **Q1.EQ.2**

### **Sciences de la terre, des océans, de l'atmosphère et de l'espace**

#### **SOUS-SECTEURS**

Géologie  
Géochimie et géochronologie  
Géophysique et sismologie  
Hydrologie  
Océanographie  
Sciences du climat  
Météorologie  
Géographie physique, télédétection  
Science du sol  
Science de l'espace  
Autres

## **Q1.EQ.3**

### **Sciences de la vie** (Voir aussi Sciences de la santé sous le menu des domaines généraux («portes d'entrée»))

#### **SOUS-SECTEURS**

Génétique, génomique & protéomique  
Biochimie  
Biologie cellulaire  
Microbiologie  
Biologie végétale  
Biologie animale  
Bioinformatique & biologie des systèmes  
Écologie & biologie de l'évolution  
Physiologie  
Kinésiologie  
Neurobiologie / Neurosciences  
Psychologie expérimentale  
Biosciences à l'échelle nanométrique  
Autres

## **Q1.EQ.4**

### **Sciences de la santé** (Voir aussi Sciences de la vie sous le menu des domaines généraux («portes d'entrée»))

Veillez noter que la majorité des sous-secteurs identifiés ci-dessous représentent les secteurs d'intérêt des instituts du IRSC.

#### **SOUS-SECTEURS**

Santé des autochtones  
Vieillesse  
Recherche sur le cancer (incluant le contrôle du cancer)  
Santé circulation & respiratoire  
Recherche clinique (transversalité)  
Dentisterie  
Santé des femmes et des hommes  
Génétique (voir aussi sciences de la vie)

Santé globale (c.-à-d. la santé dans les pays en développement)  
Politiques et services de santé  
Développement humain, santé des enfants et des adolescents  
Maladies infectieuses et immunitaires (incluant les processus liés aux pandémies)  
Appareil locomoteur et arthrite  
Nanomédecine et médecine régénératrice  
Neurosciences, santé mentale, toxicomanie  
Sciences infirmières  
Nutrition, métabolisme et diabète  
Santé publique et des populations  
Sciences vétérinaires  
Autres

### **Q1.EQ.5**

#### **Génie**

(Cette section traite de la recherche en génie. Les aspects liés aux applications technologiques sont traités dans la section sur les domaines d'application technologique énoncés sous le menu des domaines généraux ou («portes d'entrée»)).

#### **SOUS-SECTEURS**

Génie aérospatial  
Génie automobile  
Autre - génie mécanique  
Génie civil  
Génie industriel  
Génie du pétrole & science des polymères  
Autre - génie chimique  
Génie minier & procédés des minéraux  
Génie agricole  
Génie forestier  
Génie de l'environnement  
Génie biomédical  
Génie électronique & photonique  
Génie informatique (p.ex. matériel, systèmes, architecture)  
Génie- réseaux et communications  
Génie électrique (p.ex. réseaux électriques)  
Génie nucléaire  
Génie et science des matériaux  
Architecture  
Autres

### **Q1.EQ.6**

**Sciences sociales** (Voir aussi Sciences de la santé sous le menu des domaines généraux («portes d'entrée»)).

#### **SOUS-SECTEURS**

Anthropologie  
Sciences de la gestion des affaires  
Sciences des communications, des médias & de la culture  
Sciences économiques  
Sciences de l'éducation  
Géographie; urbanisme & planification environnementale

Science politique & administration publique  
Droit & criminologie  
Psychologie sociale (la psychologie expérimentale est comprise dans les sciences de la vie)  
Linguistique  
Sociologie  
Démographie  
Autres

**Q1.EQ.7**

**Arts & Lettres**

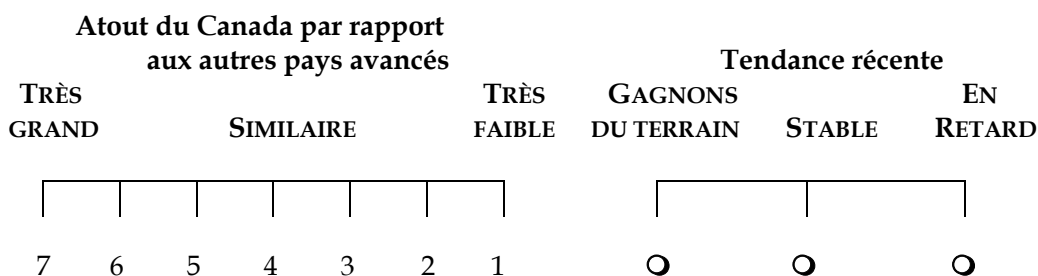
**SOUS-SECTEURS**

Architecture  
Archéologie  
Études classiques : anciennes et médiévales  
Arts visuels et créatifs  
Histoire  
Lettres - informatique  
Biblioéconomie & archivistique  
Langues et littérature  
Philosophie  
Études religieuses  
Autres

Pour chacun des sous-secteurs suivants où vous désirez exprimer un avis, veuillez nous faire part de votre opinion sur les atouts relatifs que possède le Canada présentement par rapport à d'autres pays avancés (c.-à-d. de façon générale, l'OCDE). En évaluant ces domaines d'application technologiques, veuillez d'abord considérer la combinaison de (a) la performance du Canada par rapport aux meilleures pratiques internationales, (b) l'étendue et de l'application de la représentation de la technologie au Canada (en comparaison avec ses pairs internationaux) et, s'il y a lieu, (c) la compétitivité dont font preuve les fournisseurs canadiens sur les marchés mondiaux.

Veuillez ensuite s'il vous plaît nous faire part de votre avis sur la tendance générale en regard des atouts relatifs du Canada au cours des cinq dernières années environ - si nous gagnons du terrain, nous prenons du retard ou notre position demeure stable.

Si vous considérez ne pas détenir suffisamment de connaissances pour exprimer un avis dans un ou plusieurs sous-secteurs, veuillez ne pas y répondre.



**Q1.EQ.9**

**Technologies de l'information et des communications (TIC)**

(Voir aussi TIC - services de technologie en ligne sous le menu des domaines généraux («portes d'entrée»)).

**SOUS-SECTEURS**

- Composantes et systèmes microélectroniques
- Informatique et équipement pertinent (design, production)
- Développement de programmes (général)
- Bases de données - architecture, procédés, sécurité
- Génie des systèmes des TIC
- Robotique; automatisation et intelligence artificielle
- Équipement de télécommunication (design, production)
- Réseaux sans fil
- Réseaux à large bande
- Services de télécommunication (excluant les logiciels et le matériel informatique)
- Services et systèmes satellites
- Autres

**Q1.EQ.10**

**TIC - Services de technologie en ligne**

**SOUS-SECTEURS**

- Commerce électronique
- Services de santé en ligne
- Gouvernement en ligne
- Apprentissage en ligne

TIC - services commerciaux en ligne (p.ex. finance, détail, droit, logistique)  
Nouveau média; Multimédia; Animation et jeux  
Autres

### **Q1.EQ.11**

#### **Technologies de fabrication, construction et transports**

(Notez que sous le menu des domaines généraux (« portes d'entrée »), d'autres domaines comprennent des sous-secteurs des secteurs manufacturier, de la construction ou du transport)

#### **SOUS-SECTEURS**

Aérospatial - produits et pièces  
Véhicules motorisés et pièces  
Construction navale  
Autre équipement de transport  
Machinerie électrique  
Machinerie non-électrique  
Produits métallurgiques (primaires et manufacturés)  
Meubles et produits connexes  
Vêtements  
Microfabrication  
Construction de bâtiments (commercial et résidentiel)  
Infrastructure de la construction (p.ex. transport, pièces)  
Technologies liées au transport sur rails  
Technologies liées au transport routier  
Technologies liées au transport marin  
Technologies liées au transport aérien  
Technologies et systèmes liés au transport multimodal  
Autres

### **Q1.EQ.12**

#### **Énergie, mines et foresterie**

(Voir aussi Technologies environnementales sous le menu des domaines généraux («portes d'entrée»))

#### **SOUS-SECTEURS**

Exploration et extraction conventionnelles du pétrole et du gaz  
Technologies du pétrole et du gaz offshore  
Sables bitumineux et production connexe  
Autres hydrocarbures non conventionnels (p.ex. méthane provenant d'assises houillères)  
Pipelines  
Affinage des hydrocarbures  
Énergie nucléaire  
Énergie hydroélectrique  
Technologie de distribution de l'électricité (p.ex. design et gestion de réseaux)  
Technologies de l'exploration minière  
Extraction minière et procédés primaires  
Technologie pour la production de ressources dans un climat froid  
Technologies de la récolte du bois d'œuvre  
Technologies / méthodes de la conservation forestière  
Scieries et autres activités de première transformation  
Autres

### **Q1.EQ.13**

#### **Technologies de la chimie et des matériaux**

(Voir aussi Biotechnologies et Nanotechnologies sous le menu des domaines généraux («portes d'entrée»)).

#### **SOUS-SECTEURS**

Matériaux industriels avancés (p.ex. céramique, revêtement, composites)

Technologies des procédés catalytiques

Synthèse et fabrication des polymères; plastiques

Textiles avancés

Technologie de fabrication de l'acier

Technologies de production d'aluminium

Pâtes et papiers

Technologies d'impression

Autres

### **Q1.EQ.14**

#### **Technologies de l'agroalimentaire**

(Voir aussi Biotechnologies sous le menu des domaines généraux («portes d'entrée»)).

#### **SOUS-SECTEURS**

Aquaculture

Récolte du poisson & technologies des procédés

Machinerie agricole

Technologies agrochimiques (p.ex. fertilisants, pesticides)

Technologies pour la transportation, l'entreposage et la mise en marché des aliments

Technologies des procédés alimentaires

Élaboration de nouveaux aliments & biotechnologies alimentaires

Technologies liées à la sécurité alimentaire

Autres

### **Q1.EQ.15**

#### **Technologies environnementales**

(Voir aussi Énergie et mines, et Biotechnologies sous le menu des domaines généraux («portes d'entrée»)).

#### **SOUS-SECTEURS**

Technologies pour l'utilisation judicieuse et la conservation de l'énergie (p.ex. gestion des réseaux électriques; compteurs)

Énergie - cogénération

Technologies des hydrocarbures propres (incluant la séquestration du CO<sub>2</sub>)

Énergie éolienne

Biocarburant

Énergie solaire

Pile à combustible & technologies de l'hydrogène

Technologies de construction en climat froid

Technologies de construction «verte»

Technologies pour l'eau propre

Technologies pour l'air pur

Technologies de gestion des déchets solides

Technologies de récupération et de recyclage

Technologies et systèmes de surveillance environnementale

Autres

### **Q1.EQ.16**

#### **Biotechnologies et technologies médicales**

(Voir aussi Nanotechnologies, Technologies agroalimentaires, Technologies environnementales et Sciences de la santé sous le menu des domaines généraux («portes d'entrée»)).

#### **SOUS-SECTEURS**

Développement pharmaceutique

Technologies liées à la thérapie au moyen de cellules souches

Technologies de l'imagerie médicale

Autres appareils médicaux

Biotechnologies végétales

Biotechnologies animales (non humaines)

Technologies génomiques et protéomiques (général)

Biotechnologie industrielle et environnementale (p.ex. produits biologiques à l'exception des produits alimentaires et médicaux)

Bioinformatique

Autres

### **Q1.EQ.17**

#### **Nanotechnologies**

#### **SOUS-SECTEURS**

Nanotechnologie touchant l'électronique, photonique

Technologies des nanomatériaux

Technologies des nanostructures et de la nanofabrication

Matériaux de la nanobiotechnologie et de la biomimétique

Nanotechnologies médicales

Autres

Aimeriez-vous retourner au menu des domaines généraux («portes d'entrée») afin de choisir d'autres domaines à évaluer ?

Si oui, veuillez noter que les sous-secteurs que vous avez déjà évalués pourraient apparaître (vous n'avez qu'à cliquer sur le bouton «continuer» aussi souvent que nécessaire jusqu'à ce que le sous-secteur que vous avez choisi apparaisse)

- Oui
- Non



**QUELS ÉLÉMENTS DE L'INFRASTRUCTURE DES S et T DU CANADA LUI CONFÈRENT UN AVANTAGE IMPORTANT?**

Veillez évaluer le niveau d'avantage que les éléments pour lesquels vous êtes à l'aise d'exprimer un avis procurent à la recherche canadienne et/ou à l'application technologique par rapport à d'autres pays avancés (c.-à-d. de façon générale l'OCDE).

Si vous considérez ne pas détenir suffisamment de connaissances pour exprimer un avis dans un ou plusieurs sous-secteurs, veuillez ne pas y répondre.

**Niveau de l'avantage pour le Canada  
par rapport aux autres pays avancés**



**Installations de «méga sciences»**

- TRIUMF (UBC)
- Observatoire de Neutrinos de Sudbury (ONS)
- Canadian Light Source (Saskatoon)
- Astronomical Observatories
- Canadian Research Icebreaker (Amundsen)

**QUELS ÉLÉMENTS DE L'INFRASTRUCTURE DES S et T DU CANADA LUI CONFÈRENT UN AVANTAGE IMPORTANT?**

Veillez évaluer le niveau d'avantage que les éléments pour lesquels vous êtes à l'aise d'exprimer un avis procurent à la recherche canadienne et/ou à l'application technologique par rapport à d'autres pays avancés (c.-à-d. de façon générale l'OCDE).

Si vous considérez ne pas détenir suffisamment de connaissances pour exprimer un avis dans un ou plusieurs sous-secteurs, veuillez ne pas y répondre.

**Niveau de l'avantage pour le Canada  
par rapport aux autres pays avancés**

AVANTAGE SIGNIFICATIF	NI L'UN NI L'AUTRE			DÉSAVANTAGE SIGNIFICATIF		
7	6	5	4	3	2	1

**Commercialisation de la S et T/Traduction et appui**

- Crédit d'impôt du RS et DE
- Transfert de la technologie universitaire
- Offre de capital de risque
- Système bancaire du Canada
- Banque de développement du Canada (BDC)
- Exportation et développement Canada (EDC)
- Corporation commerciale canadienne (CCC)
- Conseillers en S et T (Commerce international Canada)
- Programme d'aide à la recherche industrielle du CNRC (PARI)
- Programmes d'aide fédéraux pour les entreprises à forte intensité technologique (p.ex. PTC; agences régionales)
- Programmes d'aide provinciaux pour les entreprises à forte intensité technologique
- Conseils de recherche provinciaux
- Génome Canada et centres régionaux
- Technologies du développement durable Canada
- Centre de recherche pour le développement international (CRDI)
- Réseaux des centres d'excellence

**QUELS ÉLÉMENTS DE L'INFRASTRUCTURE DES S et T DU CANADA LUI CONFÈRENT UN AVANTAGE?**

Veillez évaluer le niveau d'avantage que les éléments pour lesquels vous êtes à l'aise d'exprimer un avis procurent à la recherche canadienne et/ou à l'application technologique par rapport à d'autres pays avancés (c.-à-d. de façon générale l'OCDE).

Si vous considérez ne pas détenir suffisamment de connaissances pour exprimer un avis dans un ou plusieurs sous-secteurs, veuillez ne pas y répondre.

**Niveau de l'avantage pour le Canada  
par rapport aux autres pays avancés**

AVANTAGE SIGNIFICATIF	NIL'UN NIL'AUTRE	DÉSAVANTAGE SIGNIFICATIF
7	6	5
4	3	2
1		

**Autres infrastructures fédérales en S et T**

Installations et laboratoires fédéraux du CNRC  
 Laboratoires sur les maladies infectieuses  
 Centre canadien de faisceaux de neutrons  
 Réacteur NRU (EACL)  
 Soufflerie du CNRC  
 Installations de génie océanique du CNRC  
 Statistique Canada

**QUELS ÉLÉMENTS DE L'INFRASTRUCTURE DES S et T DU CANADA LUI CONFÈRENT UN AVANTAGE?**

Veillez évaluer le niveau d'avantage que les éléments pour lesquels vous êtes à l'aise d'exprimer un avis procurent à la recherche canadienne et/ou à l'application technologique par rapport à d'autres pays avancés (c.-à-d. de façon générale l'OCDE).

Si vous considérez ne pas détenir suffisamment de connaissances pour exprimer un avis dans un ou plusieurs sous-secteurs, veuillez ne pas y répondre.

**Niveau de l'avantage pour le Canada  
par rapport aux autres pays avancés**

AVANTAGE SIGNIFICATIF	NIL'UN NIL'AUTRE	DÉSAVANTAGE SIGNIFICATIF
7	6	5
4	3	2
1		

**Systeme réglementaire**

Protection de la propriété intellectuelle (p.ex. brevets, droits d'auteur)  
 Réglementation environnementale  
 Réglementation de la santé et sécurité  
 Cadre réglementaire des affaires (p.ex. démarrage, faillite)

**QUELS ÉLÉMENTS DE L'INFRASTRUCTURE DES S et T DU CANADA LUI CONFÈRENT UN AVANTAGE?**

Y a-t-il d'autres domaines dans lesquels les infrastructures du Canada en S et T lui confèrent des avantages ou des désavantages significatifs?

**Niveau de l'avantage pour le Canada  
par rapport aux autres pays avancés**

<b>AVANTAGE SIGNIFICATIF</b>						<b>DÉSAVANTAGE SIGNIFICATIF</b>
<b>7</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>

Autres \_\_\_\_\_

Ne sais pas/Pas de réponse

### QUESTION 3

#### QUELS SONT LES SECTEURS ÉMERGENTS DÉMONTRANT UN IMPORTANT POTENTIEL DISTINCTIF POUR LE CANADA?

Les secteurs de recherche et les applications technologiques qui suivent ont été identifiés comme détenant un potentiel de croissance important au cours des 10 à 15 prochaines années. Veuillez sélectionner dans la liste suivante (que vous pouvez améliorer par l'ajout de tout secteur qui vous semble souhaitable) les CINQ SECTEURS EN TÊTE DE LISTE où le Canada vous apparaît comme étant en bonne position parmi les chefs de file mondiaux dans leur développement et/ou leur application.

- Technologie liée aux combustibles fossiles non polluants; séquestration du CO<sub>2</sub>; etc.
- Énergie renouvelable propre éolien, biocarburant, etc.
- Technologies liées à l'extraction de l'énergie -p.ex. sables bitumineux, hydrates de gaz
- Économie de la pile à combustible et de l'hydrogène
- Nouvelle génération de technologies nucléaires pour application par la science médicale, énergétique et des matériaux
- Amélioration des méthodes diagnostiques et chirurgicales
- Soins de santé basés sur la génétique («sur mesure»)
- Élaboration de médicaments ciblant des tumeurs ou pathologies spécifiques
- Génie des tissus (incluant les cellules souches, etc.)
- Tentatives de détection rapide de substances biologiques spécifiques (incluant les pathogènes)
- Matériaux biologiques avancés
- Cultures génétiquement modifiées
- Filtres et catalyseurs pour la purification de l'eau
- Développement durable et industries extractives
- Fabrication « verte »
- Informatique de haute performance
- Étiquetage des produits selon l'identification par radio fréquence omniprésente
- Technologies de la sécurité publique et des personnes
- Transfert d'informations sécuritaire par la cryptographie en mécanique quantique

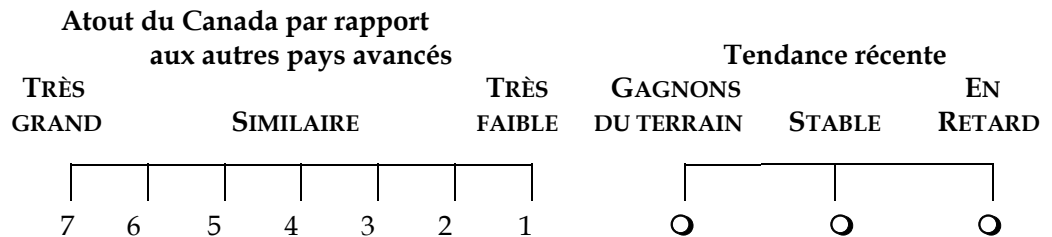
Autres ? (Veuillez les nommer, mais ne pas identifier plus de cinq éléments en tout, incluant ceux que vous avez sélectionnés dans la liste ci-dessus)

- Ne sais pas/Pas de réponse

#### QUESTION 4

##### COMMENT RÉSUMERIEZ-VOUS LA CAPACITÉ GÉNÉRALE DU CANADA EN S et T?

En tenant compte de tous les aspects des S et T - génération et application du savoir, infrastructure, positionnement pour l'avenir - quelle est votre avis sur les atouts du Canada en S et T dans leur ensemble par rapport à ceux d'autres pays avancés? Veuillez aussi exprimer votre avis sur la tendance générale en regard des atouts relatifs du Canada au cours des cinq dernières années environ - si nous gagnons du terrain, nous prenons du retard ou notre position demeure stable.



#### QUESTION 5

##### LES ATOUTS DU CANADA EN S et T, DANS VOS PROPRES MOTS

Veuillez utiliser cet espace si vous désirez commenter tout aspect des capacités du Canada en S et T - existantes ou en devenir -, particulièrement les aspects qui n'auraient pas été traités adéquatement dans le questionnaire.

Par exemple, vous pouvez identifier des secteurs interdisciplinaires émergents qui ont une importance particulière pour le Canada ; ou vous pouvez commenter les atouts (ou les faiblesses) du Canada dans la commercialisation de la recherche en S et T ; ou vous pouvez commenter sur des forces régionales particulières ou des grappes spécifiques en S et T.

(Vos commentaires ne vous seront pas attribués mais des extraits anonymes pourraient être inclus dans notre rapport.)

- Commentaires
- Aucun commentaire

## QUESTION 6

### Votre affiliation

(Veuillez cocher toutes les cases qui s'appliquent – si nécessaire, cliquez deux fois pour effacer)

#### Membre de la Société royale du Canada

- Académie des arts, des lettres et des sciences humaines
- Académie des sciences sociales
- Académie des sciences
- Membre de l'Académie canadienne du génie
- Membre de l'Académie canadienne des sciences de la santé
- Administrateur d'université ou collège (p.ex. président, v-p à la recherche ou l'équivalent, liaison de l'université avec l'industrie)
- Chaires de recherche du Canada
- Réseaux des centres d'excellence
- Membre de programme de l'institut canadien de recherches avancées
- Autre faculté d'une université ou d'un collège

#### Employé sénior de haut niveau d'une entreprise (incluant les sociétés commerciales de la Couronne)

- Petite entreprise (moins de 20 employés à temps plein)
- Moyenne entreprise (20-99 employés)
- Moyenne à grande entreprise (100-500 employés)
- Grande entreprise (plus de 500 employés)
  
- Représentant de haut niveau d'une association liée à l'industrie
- Récipiendaire de financement pour le développement de technologie (p.ex. chaire de recherche de l'industrie; subvention en R et D)
- Agent de PARI ou de Partenariat technologique Canada
- Personnel de direction au gouvernement fédéral ou dans une entité parrainée par le gouvernement fédéral (SMA, scientifique en chef, directeur général, gestionnaire d'une fondation)
- Représentant d'un gouvernement provincial (ou d'une entité affiliée)
- Autre employé fédéral ou affilié
- Membre actuel d'un conseil d'administration ou d'un organisme consultatif externe lié à l S et T
- Représentant de haut niveau d'un groupe de réflexion (c.-à-d. ONG axé sur les politiques)
- Membre de la communauté de développement international (pertinent à la S et T)
- Membre d'une autre organisation non gouvernementale liée à la S et T
- Shad Valley Alumnus
- Autre (Veuillez spécifier)
- Pas de réponse

### QUESTION 7

Veillez indiquer la province dans laquelle vous travaillez habituellement.

- Colombie-Britannique
- Alberta
- Saskatchewan
- Manitoba
- Ontario
- Québec
- Nouvelle-Écosse
- Nouveau-Brunswick
- Île-du-Prince-Édouard
- Terre-Neuve & Labrador
- Yukon
- Territoires du Nord Ouest
- Nunavut
- Extérieur du Canada (veuillez spécifier)\_\_\_\_\_
  
- Pas de réponse

### QUESTION 8

Veillez indiquer dans quel groupe d'âge vous vous situez.

- Moins de 35
- 35 44
- 45 54
- 55 et plus
- Pas de réponse

Merci d'avoir pris le temps de participer à cette enquête.

Le rapport du Conseil au gouvernement du Canada sera disponible sur notre site Internet au début du mois de septembre.



## Annexe 4 : Résultats de l'enquête sur les 197 sous-secteurs

	Sous-secteurs*	Nbr. de répon.	Moyenne <sup>12</sup>	Pourcentage des répondants			Grappe	
				Fort <sup>13</sup>	Faible <sup>14</sup>	Hausse <sup>15</sup>		Baisse <sup>16</sup>
1	Sables bitumineux et production connexe*	316	6.41	97	1	77	2	Ressources naturelles
2	Explor. et extraction conventionnelle pétrole/ gaz*	305	5.66	84	1	43	3	Ressources naturelles
3	Énergie hydroélectrique*	291	5.56	79	2	22	9	Ressources naturelles
4	Production de ressources en climat froid*	254	5.48	86	5	36	9	Ressources naturelles
5	Géologie	234	5.44	81	4	21	18	Ressources naturelles
6	Exploration minière*	249	5.35	77	3	24	8	Ressources naturelles
7	Extraction minière et procédés primaires*	237	5.34	77	3	23	10	Ressources naturelles
8	Production d'aluminium*	120	5.34	76	3	34	12	Ressources naturelles
9	Géographie physique, télédétection	247	5.32	80	4	30	14	Ressources nat/Envir
10	Génie pétrole & sci polymères	244	5.24	78	7	46	9	Ressources naturelles
11	Génétique (médicale)	381	5.24	75	6	42	10	Santé & connexe
12	Géochimie et géochronologie	170	5.23	74	5	21	16	Ressources nat/Envir
13	Génie minier & procédés des minéraux	218	5.22	78	4	30	12	Ressources naturelles
14	Pétrole et gaz offshore*	287	5.21	74	6	35	8	Ressources naturelles
15	Génie - réseaux & comms	233	5.20	76	7	27	19	TIC
16	Nouveau média; Multimédia; Animation et jeux*	169	5.19	77	10	59	8	TIC
17	Géophysique et sismologie	198	5.19	71	8	20	14	Ressources naturelles

\* Sous secteurs d'applications technologiques; les autres (sans astérisque) sont des sous secteurs de recherche scientifique

<sup>12</sup> Moyenne = Moyenne pondérée du classement sur 7 points

<sup>13</sup> Fort = Pourcentage des répondants à l'enquête qui ont évalué le sous secteur "Fort" (évaluation 5, 6, 7)

<sup>14</sup> Faible = Pourcentage qui ont évalué le sous secteur "Faible" (évaluation 1, 2, 3)

<sup>15</sup> Hausse = Pourcentage qui ont évalué le sous secteur "Gagnant du terrain"

<sup>16</sup> Baisse = Pourcentage qui ont évalué le sous secteur "Perdant du terrain"

	Sous-secteurs*	Nbr. de répon.	Moyenne <sup>12</sup>	Pourcentage des répondants				Grappe
				Fort <sup>13</sup>	Faible <sup>14</sup>	Hausse <sup>15</sup>	Baisse <sup>16</sup>	
18	Génétique, génomique & protéomique	474	5.18	74	9	51	12	
19	Hydrologie	208	5.17	75	4	25	14	Environ.
20	Équip. de télécommunications*	313	5.17	75	9	25	32	TIC
21	Réseaux à large bande*	302	5.16	71	8	31	16	TIC
22	Océanographie	241	5.15	73	7	25	27	Environ.
23	Recherche sur le cancer	441	5.14	73	6	44	9	Santé & connexe
24	Pipelines*	260	5.12	68	4	22	4	Ressources naturelles
25	Sciences du climat	265	5.11	72	7	26	19	Environ.
26	Réseaux sans fil*	330	5.09	72	11	38	16	TIC
27	Construction en climat froid*	217	5.08	75	11	28	11	
28	Physique - optique; laser	188	5.05	68	11	38	13	TIC
29	Astronomie, astrophysique, cosmologie	207	5.05	67	12	25	13	
30	Neurobiologie / Neurosciences	331	5.02	67	11	39	14	Santé & connexe
31	Informatique - dév. de programmes et théorie	258	5.00	68	9	27	16	TIC
32	Services de télécommunications *	277	5.00	68	10	25	18	TIC
33	Aérospatial - produits/pièces*	184	4.98	66	11	22	20	
34	Distribution de l'électricité *	246	4.96	64	11	19	18	
35	Génie forestier	208	4.95	67	11	23	18	Ressources naturelles
36	Technologies génomiques et protéomiques*	408	4.94	67	12	46	15	Santé & connexe
37	Santé circulation/ respiratoire	337	4.93	63	6	27	10	Santé & connexe
38	Maladies infectieuses et immunitaires	384	4.91	65	10	43	13	Santé & connexe
39	Intelligence artificielle, robotique	262	4.91	64	15	31	18	TIC
40	Génie électron & photon	240	4.90	64	11	27	17	TIC
41	Météorologie	208	4.90	58	5	12	12	Environ.
42	Arts visuels et créatifs	126	4.89	67	16	49	12	

	Sous-secteurs*	Nbr. de répon.	Moyenne <sup>12</sup>	Pourcentage des répondants				Grappe
				Fort <sup>13</sup>	Faible <sup>14</sup>	Hausse <sup>15</sup>	Baisse <sup>16</sup>	
43	Neurosciences, santé mentale, toxicomanie	340	4.89	64	12	36	14	Santé & connexe
44	Informatique quantique	167	4.89	60	17	51	12	TIC
45	Génie électrique	231	4.89	58	9	17	20	
46	Systèmes et services satellites*	270	4.88	62	14	23	20	TIC
47	Pile à combustible & hydrogène*	241	4.87	65	18	32	24	Environ.
48	Géo.; urbanisme & planification environnementale	165	4.85	67	13	31	21	Environ.
49	Bases de données, systèmes info.	234	4.85	63	12	27	13	TIC
50	Pâtes et papiers*	129	4.85	61	12	10	36	Ressources naturelles
51	Récolte du bois d'oeuvre*	262	4.84	64	15	14	22	Ressources naturelles
52	Biblioéconomie & archivistique	107	4.83	60	12	34	14	
53	Développement de programmes*	336	4.82	58	12	26	17	TIC
54	Communications, médias & culture	171	4.81	63	15	37	19	
55	Énergie nucléaire*	292	4.81	60	14	10	42	
56	Lettres - informatique	100	4.81	59	10	39	7	
57	Science du sol	177	4.81	58	8	8	15	Ressources nat/Envir
58	Construction de bâtiments*	150	4.80	63	7	22	10	
59	Technologies liées à la sécurité alimentaire*	157	4.80	63	11	36	17	
60	Chimie - organique	150	4.79	59	10	16	17	
61	Langues et littérature	134	4.78	60	14	22	18	
62	Génie aérospatial	284	4.77	61	23	19	32	
63	Génie civil	233	4.77	57	7	17	16	
64	Affinage des hydrocarbures*	232	4.77	53	9	18	11	Ressources naturelles
65	Imagerie médicale*	401	4.76	60	17	38	17	Santé & connexe
66	Autres hydrocarbures non conventionnels*	252	4.75	62	17	39	18	Ressources naturelles
67	Génie de l'environnement	239	4.75	59	14	27	25	Environ.
68	Génie des systèmes des TIC*	233	4.72	55	10	21	14	TIC

	Sous-secteurs*	Nbr. de répon.	Moyenne <sup>12</sup>	Pourcentage des répondants				Grappe
				Fort <sup>13</sup>	Faible <sup>14</sup>	Hausse <sup>15</sup>	Baisse <sup>16</sup>	
69	Biotechnologies végétales*	316	4.71	59	13	27	13	
70	Biologie cellulaire	380	4.71	55	11	22	14	Santé & connexe
71	Nutrition, métabolisme et diabète	314	4.70	57	13	35	10	Santé & connexe
72	Génie biomédical	225	4.69	62	15	39	14	Santé & connexe
73	Chimie - polymères	163	4.69	54	15	19	18	
74	Aquaculture*	166	4.67	60	16	30	24	
75	Génie agricole	179	4.67	56	14	21	17	
76	Apprentissage en ligne *	177	4.67	55	16	36	14	TIC
77	Génie et science des matériaux	234	4.67	54	10	27	13	
78	Chimie - Physique	165	4.67	52	10	15	11	
79	Gouvernement en ligne*	175	4.66	57	18	37	15	TIC
80	Technologies pour l'eau propre*	253	4.66	56	16	36	20	Environ.
81	Véhicules motorisés et pièces	181	4.65	59	16	23	24	
82	Génie nucléaire	210	4.65	58	16	12	34	
83	Écologie & biologie de l'évolution	331	4.65	50	14	22	15	Environ.
84	Matériaux industriels avancés*	159	4.64	59	16	41	18	
85	Conservation forestière*	268	4.64	58	19	24	34	Ressources nat/Envir
86	Technol. liées à la thérapie au moyen de cellules souches*	406	4.64	56	20	46	20	Santé & connexe
87	Biochimie	389	4.64	48	10	10	13	
88	Robotique, automatisation et intell. artificielle*	290	4.63	57	19	29	22	TIC
89	Droit & criminologie	142	4.63	53	14	23	11	
90	Chimie - inorganique	147	4.63	48	10	13	13	
91	Santé publique et des populations	339	4.62	56	16	33	16	Santé & connexe
92	Physique - matière condensée	166	4.61	48	16	21	20	
93	Nanotechnologie (l'électronique, photonique)*	181	4.60	57	24	49	19	TIC
94	Sci. pol. & admin. publique	168	4.59	52	13	20	15	

	Sous-secteurs*	Nbr. de répon.	Moyenne <sup>12</sup>	Pourcentage des répondants				Grappe
				Fort <sup>13</sup>	Faible <sup>14</sup>	Hausse <sup>15</sup>	Baisse <sup>16</sup>	
95	Données - architectures, procédés et sécurité*	251	4.59	49	15	25	12	TIC
96	Microbiologie	342	4.58	49	13	19	13	Santé & connexe
97	Vieillessement	375	4.57	53	14	32	13	Santé & connexe
98	Informatique - interfaces humaines	221	4.57	53	18	24	14	TIC
99	Biologie végétale	321	4.57	51	15	18	14	
100	Mathématiques - appliquées	207	4.56	51	14	24	11	
101	TIC - services commerciaux en ligne*	155	4.56	51	15	33	11	TIC
102	Autre - génie chimique	192	4.56	49	11	12	12	
103	Scieries et activités de première transformation*	220	4.56	49	16	11	26	Ressources naturelles
104	Biologie animale	317	4.56	48	13	12	16	
105	Technologies des procédés alimentaires*	144	4.56	48	15	20	16	
106	Sciences de la gestion des affaires	170	4.55	52	19	30	17	
107	Nouveaux aliments et biotechnologies alimentaires*	164	4.54	56	20	40	20	
108	Physique - nucléaire	169	4.54	54	20	13	31	
109	Recherche clinique	357	4.54	47	19	25	26	Santé & connexe
110	Nanomatériaux*	192	4.53	57	24	52	19	
111	Sciences économiques	187	4.53	48	13	14	16	
112	Dév. humain, santé des enfants et des adolescents	317	4.53	47	14	25	14	Santé & connexe
113	Santé des femmes et des hommes	307	4.53	46	14	33	12	Santé & connexe
114	Technol.et systèmes de surveillance environnement.*	239	4.52	50	21	28	19	Environ.
115	Math pures	190	4.52	47	18	20	17	
116	Bioinformatique & biologie des systèmes	373	4.51	54	21	40	23	Santé & connexe
117	Démographie	131	4.51	50	14	16	15	
118	Appareil locomoteur et arthrite	299	4.51	46	11	19	9	Santé & connexe

	Sous-secteurs*	Nbr. de répon.	Moyenne <sup>12</sup>	Pourcentage des répondants			Grappe	
				Fort <sup>13</sup>	Faible <sup>14</sup>	Hausse <sup>15</sup>		Baisse <sup>16</sup>
119	Chimie - analytique	149	4.51	46	12	10	14	
120	Technologies des procédés catalytiques*	105	4.50	55	14	21	24	
121	Récolte du poisson & technologies des procédés*	153	4.50	52	20	14	31	Ressources naturelles
122	Génie informatique	253	4.50	51	19	14	29	TIC
123	Santé des autochtones	362	4.49	54	22	48	17	Santé & connexe
124	Transportation, entreposage/mise en marché - aliments*	131	4.49	44	15	18	15	
125	Sciences de l'éducation	172	4.48	53	19	21	32	
126	Politiques et services de santé	353	4.48	51	21	30	22	Santé & connexe
127	Infrastructure construction*	140	4.48	49	17	19	19	
128	Commerce électronique*	175	4.48	49	19	29	19	TIC
129	Synthèse et fabric. des polymères; plastiques*	122	4.47	52	20	18	24	
130	Science physique - échelle nanométrique	200	4.47	51	23	48	20	
131	Physique - particules élémentaires	158	4.44	48	23	19	21	
132	Psychologie sociale	136	4.44	46	17	21	13	
133	Kinésiologie	242	4.44	40	13	16	9	Santé & connexe
134	Composantes et systèmes microélectroniques*	270	4.43	47	21	20	32	TIC
135	Sciences vétérinaires	254	4.43	41	13	16	14	
136	Santé globale	346	4.42	49	23	31	19	Santé & connexe
137	Mathématiques statistiques	173	4.42	42	14	15	12	
138	Psychologie expérimentale	238	4.42	40	18	13	12	
139	Technologies liées au transport aérien*	130	4.41	50	22	15	27	
140	Nanobiotechnologies et biomimétiques*	64	4.41	50	27	47	23	Santé & connexe
141	Bioinformatique*	335	4.41	49	21	36	18	Santé & connexe
142	Nanomédecine et médecine régénératrice	282	4.41	48	20	42	21	Santé & connexe

	Sous-secteurs*	Nbr. de répon.	Moyenne <sup>12</sup>	Pourcentage des répondants				Grappe
				Fort <sup>13</sup>	Faible <sup>14</sup>	Hausse <sup>15</sup>	Baisse <sup>16</sup>	
143	Histoire	124	4.41	45	18	16	17	
144	Produits métallurgiques*	136	4.41	43	18	15	27	Ressources naturelles
145	Physiologie	295	4.40	41	16	10	19	Santé & connexe
146	Linguistique	131	4.39	49	21	25	16	
147	Science de l'espace	223	4.37	50	30	19	29	
148	Architecture (Design)	105	4.37	45	18	31	13	
149	Biotechnologies animales*	280	4.35	41	17	20	14	
150	Nanostructures et nanofabrication*	176	4.34	51	28	47	18	
151	Biotechnol industrie & environnementale*	311	4.32	45	23	32	19	Environ.
152	Santé en ligne*	165	4.30	52	27	43	26	TIC/Santé
153	Fabrication de l'acier*	119	4.30	45	24	8	34	
154	Autres appareils médicaux*	146	4.30	42	21	21	22	Santé & connexe
155	Anthropologie	150	4.28	35	17	16	18	
156	Sociologie	164	4.27	40	22	13	20	
157	Philosophie	105	4.26	42	27	12	24	
158	Technologies agrochimiques*	149	4.25	39	22	11	23	
159	Génie industriel	212	4.24	35	19	10	21	
160	Autre - génie mécanique	226	4.23	33	17	7	17	
161	Technologies de construction «verte»*	238	4.22	46	32	35	24	Environ.
162	Technologies d'impression*	89	4.22	31	18	8	19	
163	Air pur*	221	4.20	40	27	26	28	Environ.
164	Sciences infirmières	263	4.19	32	23	22	20	Santé & connexe
165	Développement pharmaceutique*	433	4.18	42	34	19	35	Santé & connexe
166	Informatique et équipement pertinent*	287	4.18	37	29	14	31	TIC
167	Autre équipement de transport*	125	4.17	30	22	9	22	
168	Génie automobile	255	4.15	41	32	12	30	
169	Biosciences à l'échelle nanométrique	267	4.14	39	31	42	23	
170	Archéologie	91	4.14	36	27	14	18	
171	Hydrocarbures propres*	231	4.13	44	36	33	34	Ressources nat/Envir
172	Études religieuses	87	4.13	34	26	8	19	

	Sous-secteurs*	Nbr. de répon.	Moyenne <sup>12</sup>	Pourcentage des répondants				Grappe
				Fort <sup>13</sup>	Faible <sup>14</sup>	Hausse <sup>15</sup>	Baisse <sup>16</sup>	
173	Machinerie agricole*	131	4.09	32	27	7	39	
174	Dentisterie	243	4.09	26	19	6	17	Santé & connexe
175	Utilisation judicieuse et conservation de l'énergie*	250	4.08	38	33	29	30	Environ.
176	Nanotechnologies médicales*	152	4.07	44	32	44	29	Santé & connexe
177	Récupération et recyclage*	249	4.06	39	35	25	29	Environ.
178	Énergie - cogénération*	229	4.06	36	32	29	28	Environ.
179	Matériel informatique	92	4.03	37	36	13	40	TIC
180	Physique - Plasma	125	4.02	30	28	9	29	
181	Génie - Architecture	160	4.01	29	26	8	21	
182	Biocarburant*	259	4.00	39	37	36	25	Environ.
183	Technologies liées au transport sur rails*	148	3.99	41	40	17	33	
184	Gestion des déchets solides*	239	3.96	34	36	19	32	Environ.
185	Technologies liées au transport routier*	137	3.90	30	36	10	23	
186	Meubles et produits connexes*	124	3.88	27	33	3	48	
187	Études classiques	103	3.86	27	38	10	36	
188	Machinerie électrique*	124	3.84	21	31	6	30	
189	Machinerie non-électrique*	119	3.81	19	32	5	23	
190	Microfabrication*	109	3.80	28	42	23	33	
191	Textiles avancés*	95	3.76	27	43	15	40	
192	Transport multimodal*	101	3.76	25	35	9	26	
193	Énergie éolienne*	274	3.62	28	55	38	34	Environ.
194	Énergie solaire *	244	3.40	20	58	20	40	Environ.
195	Transport marin*	112	3.38	18	57	4	46	
196	Vêtements*	118	3.34	15	58	4	60	
197	Construction navale*	145	3.06	12	63	2	72	

## Annexe 5 : Bibliométrie et technométrie

- Annexe 5A : Tous les sous-secteurs bibliométriques classés par quadrant
- Annexe 5B : Graphiques bibliométriques – Points de vue détaillés
- Annexe 5C : Croissance et déclin : bibliométrie
- Annexe 5D : Croissance et déclin : technométrie

### Annexe 5A

#### Tous les sous-secteurs bibliométriques classés par quadrant

		Sous-secteurs	IS	FIRM	Canada	Monde	C-M
		En ordre alphabétique par quadrant			Croissance : volume de publication 2001-2004 vs. 1997-2000		
	Grappe**	IS > 1, FIRM > 1					
Q1	A	Acoustique*	1,03	1,11	-15,3%	-7,0%	-8,2%
Q1	A	Anthropologie	1,16	1,04	14,8%	7,6%	7,1%
Q1	S	Appareil locomoteur et arthrite	1,27	1,10	-7,0%	13,0%	-20,0%
Q1	A	Biochimie	1,06	1,03	-3,0%	-5,6%	2,6%
Q1	A	Biologie animale	1,70	1,07	-10,8%	-3,9%	-6,9%
Q1	E	Biologie marine et hydrobiologie *	1,87	1,20	-15,9%	1,3%	-17,2%
Q1	E	Climatologie et météorologie	1,45	1,05	-9,4%	3,4%	-12,8%
Q1	S	Dév. et santé des enfants et des adolescents	1,23	1,16	-11,4%	-6,2%	-5,3%
Q1	E	Écologie et biologie de l'évolution	1,47	1,13	25,2%	15,8%	9,4%
Q1	A	Enjeux sociaux *	1,33	1,07	5,5%	-9,0%	14,5%
Q1	A	Ergonomie*	1,63	1,05	1,3%	-15,8%	17,2%
Q1	A	Études des femmes *	1,56	1,00	-24,3%	-8,6%	-15,7%
Q1	A	Études sur les transports *	1,62	1,03	-34,1%	-4,9%	-29,2%
Q1	S	Fertilité*	1,21	1,08	-12,6%	-14,1%	1,5%
Q1	S	Génétique	1,30	1,09	-8,7%	-7,5%	-1,2%
Q1	S	Génétique, génomique et protéomique	1,07	1,08	-4,6%	-2,4%	-2,3%
Q1	A	Génie – général*	1,10	1,23	20,5%	10,4%	10,1%
Q1	RN	Génie forestier	3,06	1,03	8,0%	6,7%	1,3%
Q1	RN/E	Géochimie et géochronologie	1,46	1,03	10,7%	8,1%	2,6%
Q1	RN/E	Géographie physique et télédétection	1,47	1,05	25,8%	17,7%	8,0%
Q1	RN	Géologie	1,98	1,05	-4,0%	7,6%	-11,6%
Q1	E	Hydrologie	2,36	1,00	37,2%	45,0%	-7,8%
Q1	T	Informatique	1,24	1,01	18,5%	13,0%	5,5%
Q1	S	Kinesiologie	2,05	1,02	25,4%	25,1%	0,3%

\*\* A = Autre; E = Environnement; RN = Ressources naturelles; S = Santé et connexe; T = TIC

		<b>Sous-secteurs</b>	<b>IS</b>	<b>FIRM</b>	<b>Canada</b>	<b>Monde</b>	<b>C-M</b>
Q1	A	Mathématiques - Statistique	1,22	1,01	6,1%	3,1%	3,0%
Q1	A	Mathématiques pures	1,02	1,01	6,1%	13,5%	-7,4%
Q1	S	Neurobiologie et neurosciences	1,39	1,02	-4,0%	-1,0%	-3,0%
Q1	S	Nutrition, métabolisme et diabète	1,08	1,13	11,4%	6,6%	4,8%
Q1	E	Océanographie	1,37	1,20	-0,6%	7,0%	-7,6%
Q1	S	Orthopédie *	1,16	1,06	59,4%	24,3%	35,2%
Q1	S	Pharmacologie *	1,08	1,07	-9,0%	-6,1%	-2,9%
Q1	S	Psychiatrie *	1,78	1,05	-10,5%	-5,2%	-5,3%
Q1	A	Psychologie *	1,33	1,23	-13,2%	-14,3%	1,1%
Q1	A	Psychologie, clinique *	1,52	1,09	-1,6%	-7,0%	5,4%
Q1	A	Psychologie, mathématique *	2,06	1,16	25,5%	13,5%	12,0%
Q1	A	Psychologie, sociale	1,86	1,06	11,7%	-6,7%	18,4%
Q1	S	Radiologie et médecine nucléaire *	1,07	1,01	-11,1%	-8,7%	-2,4%
Q1	S	Réadaptation *	1,48	1,00	-15,4%	-9,1%	-6,3%
Q1	S	Recherche clinique (transversale)	1,10	1,41	-1,7%	-10,4%	8,6%
Q1	A	Recherche opérationnelle *	1,98	1,03	5,7%	19,3%	-13,6%
Q1	S	Santé circulatoire et respiratoire	1,09	1,16	15,4%	-1,7%	17,1%
Q1	RN/E	Science du sol	1,70	1,05	-25,8%	-8,0%	-17,8%
Q1	A	Science vétérinaire	1,15	1,01	-15,9%	-6,1%	-9,8%
Q1	E	Sciences de l'environnement*	1,74	1,08	5,1%	11,8%	-6,7%
Q1	S	Sciences infirmières	1,33	1,13	0,2%	-7,6%	7,8%
Q1	S	Sciences sociales, biomédicales *	1,95	1,21	-12,6%	-5,2%	-7,4%
Q1	A	Sciences sociales, interdisciplinaires *	1,41	1,09	-0,7%	-10,7%	9,9%
Q1	A	Service social *	1,30	1,08	-12,4%	-15,0%	2,6%
		<b>IS &lt; 1, FIRM &gt; 1</b>					
Q2	M	Astronomie, astrophysique et cosmologie	0,99	1,14	22,3%	12,8%	9,5%
Q2	A	Biologie cellulaire	0,94	1,07	-11,4%	-5,7%	-5,7%
Q2	A	Chimie analytique	0,66	1,23	-12,6%	-12,3%	-0,3%
Q2	A	Chimie appliquée *	0,84	1,19	-5,0%	4,0%	-9,0%
Q2	A	Chimie des polymères	0,69	1,19	6,5%	1,3%	5,2%
Q2	A	Chimie générale *	0,75	1,25	-7,7%	4,1%	-11,8%
Q2	A	Chimie inorganique	0,55	1,43	6,3%	4,7%	1,6%
Q2	A	Chimie organique	0,62	1,18	-10,0%	0,3%	-10,3%
Q2	A	Chimie physique	0,62	1,12	-9,3%	2,3%	-11,6%
Q2	S	Dermatologie et maladies vénériennes *	0,46	1,18	-8,1%	-13,1%	4,9%
Q2	S	Gastroentérologie *	0,72	1,41	-2,1%	-4,6%	2,5%
Q2	S	Génie biomédical	0,89	1,02	-1,7%	5,6%	-7,3%
Q2	T	Génie électronique et photonique	0,85	1,01	12,1%	1,7%	10,4%
Q2	A	Génie mécanique - autres	0,71	1,01	32,9%	16,8%	16,0%

		<b>Sous-secteurs</b>	<b>IS</b>	<b>FIRM</b>	<b>Canada</b>	<b>Monde</b>	<b>C-M</b>
Q2	A	Génie nucléaire	0,56	1,25	-23,8%	4,5%	-28,3%
Q2	RN	Génie pétrolier/polymères	0,76	1,09	2,4%	9,6%	-7,2%
Q2	S	Maladies infectieuses et immunitaires	0,89	1,12	-12,9%	-7,5%	-5,4%
Q2	S	Médecine tropicale *	0,33	1,06	13,2%	-12,6%	25,7%
Q2	A	Microbiologie	0,96	1,01	2,7%	1,8%	0,9%
Q2	A	Microscopie *	0,91	1,04	-24,7%	-17,8%	-7,0%
Q2	A	Nanobiologie	0,72	1,00	41,1%	35,1%	6,0%
Q2	A	Nanophysique	0,49	1,15	20,8%	26,2%	-5,4%
Q2	S	Neurosciences, santé mentale et toxicomanie	0,99	1,02	-35,5%	-10,9%	-24,6%
Q2	S	Obstétrique et gynécologie *	0,76	1,25	1,8%	-15,0%	16,8%
Q2	T	Optique et lasers	0,64	1,02	6,1%	-2,6%	8,7%
Q2	S	Oto-rhino-laryngologie *	0,56	1,12	-13,3%	-22,3%	8,9%
Q2	S	Pathologie *	0,82	1,26	-11,4%	-13,9%	2,5%
Q2	S	Pharmacie *	0,37	1,23	25,6%	-9,7%	35,3%
Q2	A	Physique appliquée *	0,43	1,08	-7,0%	-2,8%	-4,2%
Q2	A	Physique chimique *	0,93	1,03	-11,2%	-3,4%	-7,8%
Q2	A	Physique de la matière condensée	0,49	1,22	-1,0%	-5,1%	4,1%
Q2	A	Physique générale *	0,65	1,29	4,7%	-3,2%	7,9%
Q2	A	Physique nucléaire et particules élémentaires	0,87	1,15	-1,3%	-4,0%	2,7%
Q2	A	Psychologie, éducation *	0,81	1,40	-12,9%	-8,6%	-4,3%
Q2	S	Recherche - Cancer	0,88	1,21	9,3%	4,0%	5,3%
Q2	S	Recherche biomédicale - général *	0,90	1,21	-6,6%	-14,3%	7,7%
Q2	S	Sciences dentaires	0,63	1,07	-28,4%	3,0%	-31,4%
Q2	S	Urologie *	0,83	1,10	9,5%	-4,5%	14,0%
		<b>IS &gt; 1, FIRM &lt; 1</b>					
Q3	A	Biologie végétale	1,16	0,95	-6,2%	-5,1%	-1,1%
Q3	A	Économie	1,15	0,99	-5,4%	-5,8%	0,4%
Q3	A	Éducation	1,09	0,98	-27,5%	-16,3%	-11,1%
Q3	S	Embryologie *	1,00	0,94	-8,2%	-8,3%	0,1%
Q3	A	Entomologie *	1,53	0,98	-19,3%	1,4%	-20,7%
Q3	A	Études de la famille *	1,14	0,70	-26,5%	-28,4%	1,9%
Q3	A	Génie agricole	1,42	0,90	-11,0%	4,0%	-15,0%
Q3	A	Génie chimique - autres	1,29	0,99	9,1%	18,2%	-9,1%
Q3	A	Génie civil	2,05	0,83	3,6%	32,4%	-28,8%
Q3	A	Génie électrique	1,25	0,78	-9,8%	11,6%	-21,4%
Q3	A	Génie industriel	1,44	0,99	24,8%	42,0%	-17,2%
Q3	E	Géo.; planif. urbaine et environnementale	1,37	0,90	6,4%	-3,7%	10,1%
Q3	RN	Géophysique et séismologie	1,31	0,96	-0,9%	9,8%	-10,8%
Q3	A	Gestion et management	1,34	0,95	-1,9%	-9,8%	7,9%

		<b>Sous-secteurs</b>	<b>IS</b>	<b>FIRM</b>	<b>Canada</b>	<b>Monde</b>	<b>C-M</b>
Q3	A	Linguistique	1,56	0,83	1,6%	-6,5%	8,1%
Q3	RN	Mines & minéralurgie	2,48	0,97	1,3%	3,2%	-2,0%
Q3	S	Physiologie	1,65	0,98	-7,6%	-15,1%	7,5%
Q3	A	Psychologie expérimentale *	1,99	0,94	-4,3%	-5,4%	1,1%
Q3	A	Psychologie, biologique *	1,71	0,95	-27,6%	-7,5%	-20,0%
Q3	A	Relations industrielles et travail *	2,49	0,75	-1,1%	-12,6%	11,6%
Q3	S	Santé publique et populations	1,53	0,92	-4,0%	-4,2%	0,1%
Q3	RN/E	Science de la terre *	1,82	0,89	-1,2%	7,2%	-8,4%
Q3	A	Science politique et administration publique	1,31	0,68	-2,6%	-8,3%	5,7%
Q3	S	Services et politiques de la santé	1,61	0,76	19,0%	5,3%	13,7%
Q3	A	Sociologie	1,04	0,86	-13,4%	-2,3%	-11,1%
Q3	S	Vieillesse	1,42	0,93	6,4%	2,9%	3,5%
		<b>IS &lt; 1, FIRM &lt; 1</b>					
Q4	A	Chirurgie *	0,98	0,92	-3,7%	-0,6%	-3,1%
Q4	M	Communication, médias et culture	0,61	0,91	19,7%	-5,9%	25,5%
Q4	A	Démographie	0,95	0,78	17,6%	-9,0%	26,6%
Q4	A	Droit et criminologie	0,76	0,90	3,5%	-2,0%	5,5%
Q4	A	Génie aérospatial	0,70	0,98	-14,5%	-7,4%	-7,1%
Q4	A	Génie des matériaux	0,61	0,91	10,4%	36,1%	-25,7%
Q4	E	Génie environnemental	0,94	0,98	4,3%	22,8%	-18,6%
Q4	A	Mathématiques appliquées	0,99	0,95	11,2%	16,1%	-4,9%
Q4	RN	Métaux et métallurgie *	0,98	0,77	-17,6%	5,7%	-23,3%
Q4	S	Nanomédecine et médecine régénérative	0,59	0,93	27,0%	42,2%	-15,2%
Q4	S	Ophthalmologie *	0,80	0,95	20,6%	15,6%	5,0%
Q4	S	Parasitologie *	0,83	0,99	-18,0%	-10,4%	-7,7%
Q4	A	Physique des plasmas	0,60	0,99	26,5%	4,2%	22,3%

\* Indique les sous-secteurs non identifiés séparément dans l'enquête.

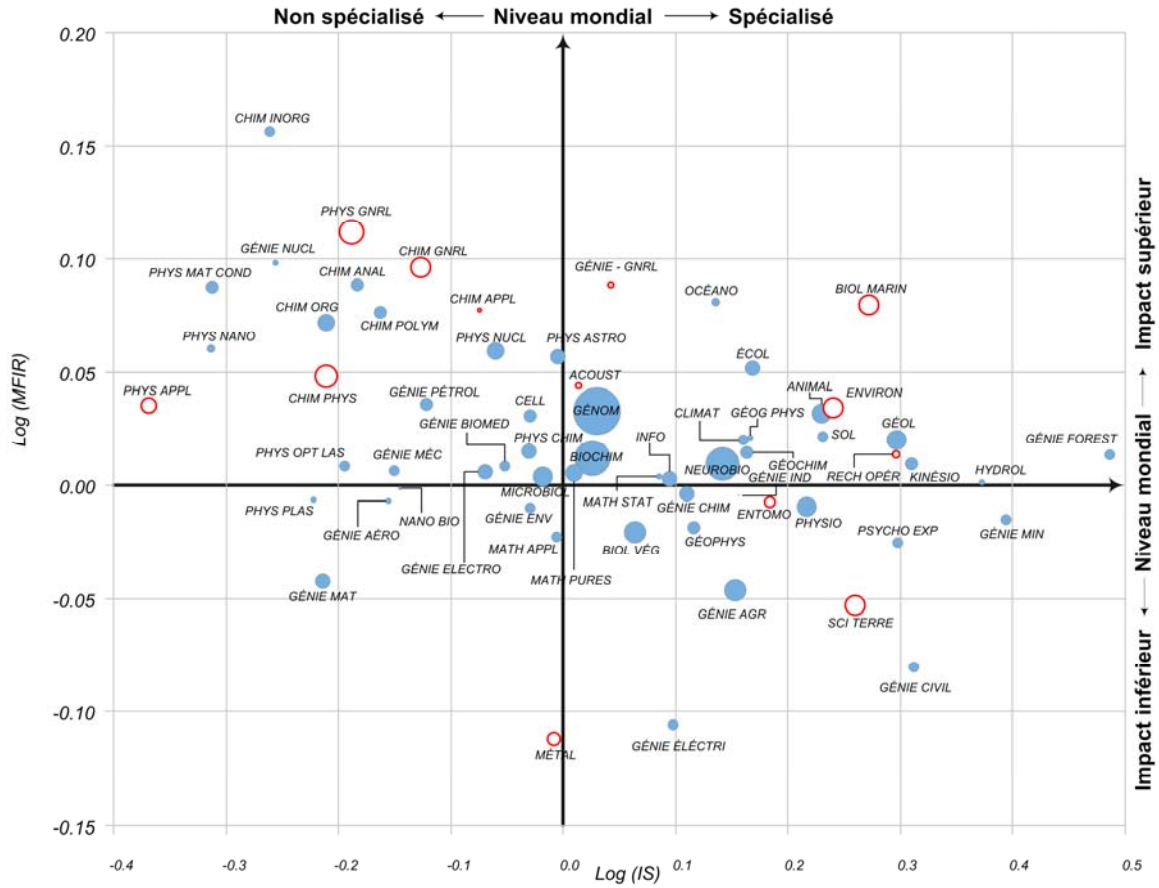
## Annexe 5B

### Graphiques bibliométriques – Points de vue détaillés

Les figures ci-après dépeignent la position du Canada par rapport à la science dans le monde en ce qui a trait à l'intensité de la recherche (IS sur l'axe des X) et à la qualité des extraits de recherche (FIRM sur l'axe des Y). La taille des cercles du tableau est proportionnelle au nombre d'articles canadiens publiés dans les divers domaines au cours de la période de huit ans allant de 1997 à 2004. (Nota : certains domaines ont des volumes plus élevés de publications que d'autres de part leur nature, p.ex., santé et sciences de la vie connexes.) Les trois figures ci-après présentent les données non regroupées sous-jacentes au tableau d'ensemble de la **Figure 5.16** (du chapitre 5 du rapport). Les cercles remplis (bleu) sont des sous-secteurs correspondant aux catégories ayant servi à l'enquête du Conseil alors que les cercles ouverts (rouge) représentent d'autres catégories pertinentes tirées des catégories de la US National Science Foundation (NSF).

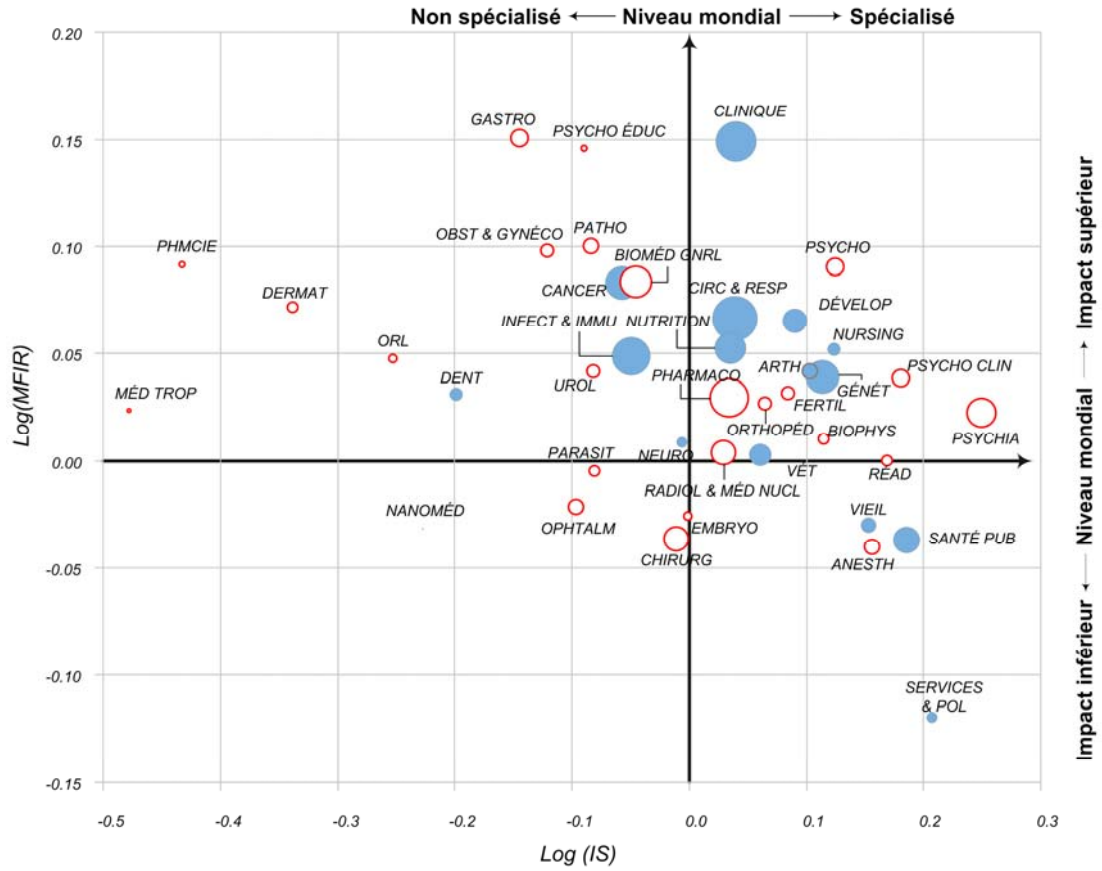
**Figure 5B.1**

Point de vue détaillé sur les sciences naturelles et le génie, 1997-2004



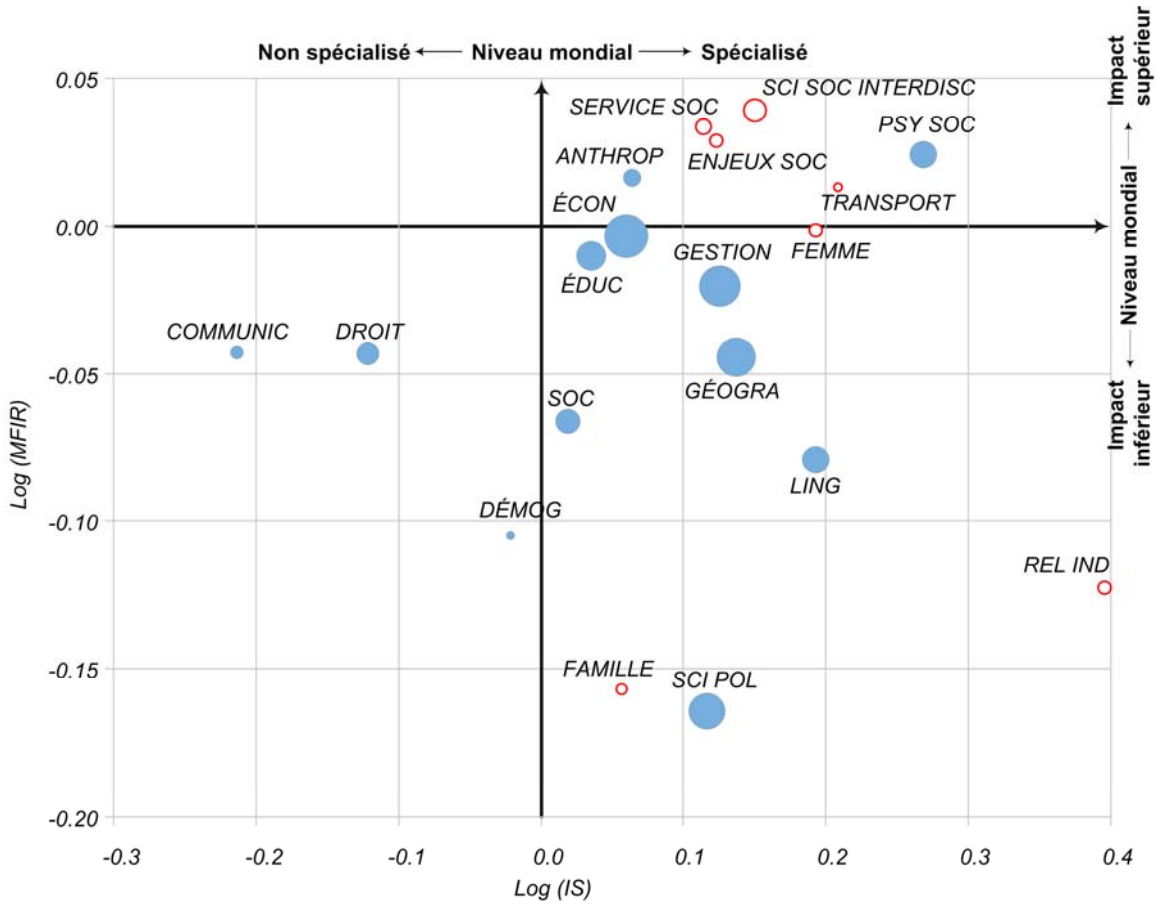
**Figure 5B.2**

Point de vue détaillé sur les sciences de la santé, 1997-2004



**Figure 5B.3**

Point de vue détaillé sur la position du Canada en sciences sociales, 1997-2004



## Annexe 5C

### Croissance et déclin : bibliométrie

Le calcul de la croissance du nombre d'articles s'est fait en soustrayant le nombre d'articles publiés entre 1997 et 2000 du nombre d'articles publiés entre 2001 et 2004 et en divisant le résultat par le nombre d'articles publiés entre 1997 et 2000<sup>10</sup>.

### Analyse des données bibliométriques de croissance

La **Figure 5C.1** conserve les sous-secteurs dans leurs quadrants de qualité/d'intensité respectifs, mais inclut les coefficients de croissance. La croissance du volume de publications a été calculée pour la période de 2001-2004 relativement à celle de 1997-2000. Dans cette figure, le côté droit (blocs verts) indique les sous-secteurs dans lesquels le Canada « gagne du terrain » - c.-à-d., les sous-secteurs dont la croissance est plus rapide, ou le déclin moins marqué, au Canada que sur le plan mondial. Les sous-secteurs du côté gauche (blocs rouges) sont ceux dans lesquels le Canada perd des points en termes de volume mondial de publications. Dans cette figure, les sous-secteurs en caractères gras indiquent où le taux de croissance du Canada est positif, alors que les sous-secteurs marqués du symbole ‡ représentent les domaines en croissance sur le plan mondial. Il faut remarquer que le Canada peut gagner du terrain dans un domaine même si son volume de publications diminue, si le volume mondial de publications diminue encore plus rapidement - c.-à-d. que ce qui importe est la *différence* entre le pourcentage de croissance au Canada et le pourcentage de croissance mondial.

La **Figure 5C.2** complète la **Figure 5C.1** en énumérant, accompagnés de valeurs chiffrées, les 30 premiers sous-secteurs dans lesquels : (1) la croissance du Canada est la plus rapide; (2) la croissance mondiale est la plus rapide; (3) la croissance du Canada surpasse le plus la croissance mondiale.

---

<sup>10</sup> Le même exercice a été appliqué à la croissance du nombre de brevets, sauf que la différence a été calculée pour les périodes de 1995-1999 et 2000-2004. Les données utilisées pour les tableaux indiquant une croissance sur le plan mondial et le plan national ont été normalisées pour la croissance dans l'ensemble du jeu de données et on leur a appliqué un facteur logarithmique pour en améliorer la lisibilité.

Figure 5C.1

Croissance et déclin bibliométriques par quadrant

<p><b>Qualité et Intensité Hautes</b> FIRM &gt; 1, IS &gt; 1</p>	<p>Génétique Génome/Protéomique Radio &amp; méd nucléaire Pharmacologie Neurobiol/Neurosci Dév. et santé enfants et adolescents Psychiatrie Réadaptation</p>	<p><b>Sciences de l'environnement<sup>‡</sup></b> Biologie animale <b>Mathématique pures<sup>‡</sup></b> Sci sociales/bioméd Océanographie<sup>‡</sup> <b>Hydrologie<sup>‡</sup></b> Acoustique Science vétérinaire</p>	<p>Géologie<sup>‡</sup> Climat/météo<sup>‡</sup> Rech opérationnelle<sup>‡</sup> <b>Études des femmes</b> Biologie marine et hydrobiologie<sup>‡</sup> Science du sol App locomoteur &amp; arthr.<sup>‡</sup> Études – transports</p>	<p><b>Orthopédie<sup>‡</sup></b> <b>Psychol., sociale</b> <b>Ergonomie</b> <b>Santé circ/ respir</b> <b>Enjeux sociaux</b> <b>Psychologie mathématique<sup>‡</sup></b> <b>Génie - général<sup>‡</sup></b> Sciences sociales, interdisciplinaires</p>	<p><b>Écologie et biologie de l'évolution<sup>‡</sup></b> Recherche clinique <b>Géo phys. &amp; télédélect<sup>‡</sup></b> <b>Sciences infirmières</b> <b>Anthropologie<sup>‡</sup></b> <b>Informatique<sup>‡</sup></b> Psychologie, clinique <b>Nutrit., métabolisme et diabète<sup>‡</sup></b></p>	<p><b>Statistique<sup>‡</sup></b> <b>Géochimie et géochronologie<sup>‡</sup></b> Service social Biochimie Fertilité <b>Génie forestier<sup>‡</sup></b> Psychologie <b>Kinesiologie<sup>‡</sup></b></p>
	<p>Chimie analytique Physique appliquée Psychologie, éducation Maladies infectieuses et immunitaires <b>Nanophysique<sup>‡</sup></b> Biologie cellulaire</p>	<p>Microscopie <b>Génie pétrolier/polymères<sup>‡</sup></b> Génie biomédical<sup>‡</sup> Physique chimique Chimie appliquée<sup>‡</sup> Chimie organique<sup>‡</sup></p>	<p>Chimie physique<sup>‡</sup> Chimie générale<sup>‡</sup> Neurosci, santé mentale &amp; toxicomanie Génie nucléaire<sup>‡</sup> Sciences dentaires<sup>‡</sup></p>	<p><b>Pharmacie</b> <b>Médecine tropicale</b> <b>Obstétrique et gyn</b> <b>Autre Génie mécanique<sup>‡</sup></b> <b>Urologie</b> <b>Génie électronique et photonique<sup>‡</sup></b> <b>Astron, astrophys et cosmologie<sup>‡</sup></b></p>	<p>Oto-rhino-laryngologie <b>Optique et lasers</b> <b>Physique générale</b> Recherche bioméd général <b>Nanobiologie<sup>‡</sup></b> <b>Recherche - Cancer<sup>‡</sup></b> <b>Chimie - polymères<sup>‡</sup></b></p>	<p><b>Dermatologie</b> Phys – matière condensée Physique nucléaire et part élémentaires Pathologie Gastroentérologie <b>Chimie inorganique<sup>‡</sup></b> <b>Microbiologie<sup>‡</sup></b></p>
	<p><b>Qualité Basse, Intensité Haute</b> FIRM &lt; 1, IS &gt; 1</p>	<p><b>Biologie végétale</b> <b>Mines et minéralurgie<sup>‡</sup></b> Science de la terre<sup>‡</sup> <b>Génie chimique - autres<sup>‡</sup></b> Géophysique et sismologie<sup>‡</sup> Sociologie Éducation</p>	<p>Génie agricole<sup>‡</sup> Génie industriel<sup>‡</sup> Psychologie, biologique Entomologie<sup>‡</sup> Génie électrique<sup>‡</sup> Génie <b>civil<sup>‡</sup></b></p>	<p><b>Services et politiques de la santé<sup>‡</sup></b> Relations industrielles et travail <b>Géographie; planification urbaine et environ</b> <b>Linguistique</b> Gestion et management Physiologie Sci pol et administration publique</p>	<p><b>Vieillessement<sup>‡</sup></b> Études de la famille Psychologie expérimentale Économie Embryologie Santé publique et populations</p>	
	<p><b>Qualité et Intensité Basses</b> FIRM &lt; 1, IS &lt; 1</p>	<p>Chirurgie <b>Mathématiques appliquées<sup>‡</sup></b> Génie aérospatial Parasitologie <b>Nanomédecine et médecine régénérative<sup>‡</sup></b> Génie environnemental † Métaux et métallurgie<sup>‡</sup> <b>Génie des matériaux<sup>‡</sup></b></p>		<p><b>Démographie</b> <b>Communication, médias et culture</b> <b>Physique des plasmas<sup>‡</sup></b> <b>Droit et criminologie</b> <b>Ophtalmologie<sup>‡</sup></b></p>		
Le Canada en perte de points			Le Canada en gain de points			

**Figure 5C.2**

**30 premiers sous-secteurs par croissance : Canada, Monde et Croissance Canada - Monde**

<b>Par ordre de croissance Canadienne</b>				<b>Par ordre de croissance mondiale</b>				<b>Par ordre de croissance Canada moins Monde</b>				
Changement dans le volume de publication (%)				Changement dans le volume de publication (%)				Changement dans le volume de publication (%)				
2001-04 vs. 1997-2000				2001-04 vs. 1997-2000				2001-04 vs. 1997-2000				
	<b>Sous-secteurs</b>	<b>CDA</b>	<b>MON</b>	<b>C-M</b>	<b>Sous-secteurs</b>	<b>CDA</b>	<b>MON</b>	<b>C-M</b>	<b>Sous-secteurs</b>	<b>CDA</b>	<b>MON</b>	<b>C-M</b>
1	Orthopédie*	59	24	35	Hydrologie	37	45	-8	Pharmacie*	26	-10	35
2	Nanobiologie	41	35	6	Méd. nano. et régen.	27	42	-15	Orthopédie*	59	24	35
3	Hydrologie	37	45	-8	Génie industriel	25	42	-17	Démographie	18	-9	27
4	Autres - génie méca.	33	17	16	Génie des matériaux	10	36	-26	Médecine tropicale*	13	-13	26
5	Méd. nano. et régen.	27	42	-15	Nanobiologie	41	35	6	Comm, médias et culture	20	-6	26
6	Phys. des plasmas	27	4	22	Génie civil	4	32	-29	Physique des plasmas	27	4	22
7	Géo., phys et télé dét.	26	18	8	Nanophysique	21	26	-5	Psychologie, sociale	12	-7	18
8	Pharmacie*	26	-10	35	Kinesiologie	25	25	0	Ergonomie*	1	-16	17
9	Psychol., math.*	26	14	12	Orthopédie*	59	24	35	Santé circ. et respiratoire	15	-2	17
10	Kinesiologie	25	25	0	Génie environnemental	4	23	-19	Obstétrique et gynécologie*	2	-15	17
11	Écol. et biol - évolut.	25	16	9	Rech. opérationnelle	6	19	-14	Génie mécanique - autres	33	17	16
12	Génie industriel	25	42	-17	Génie chimique - autres	9	18	-9	Enjeux sociaux	6	-9	15
13	Astrophys/cosmologie	22	13	10	Géo phys. et télé dét.	26	18	8	Urologie*	10	-5	14
14	Nanophysique	21	26	-5	Génie mécan. - autres	33	17	16	Services et politique - santé	19	5	14
15	Ophthalmologie*	21	16	5	Math. appliquées	11	16	-5	Psychologie, mathématique	26	14	12
16	Génie - général*	21	10	10	Écol. et biol. évolution	25	16	9	Relations industri et travail	-1	-13	12
17	Comm., médias, cult.	20	-6	26	Ophthalmologie*	21	16	5	Génie électron. Et photon.	12	2	10
18	Serv. et polit. - santé	19	5	14	Psychol, biologique*	26	14	12	Génie - général*	21	10	10
19	Informatique	19	13	6	Math pures	6	14	-7	Géo; plan. urbaine et enviro	6	-4	10
20	Démographie	18	-9	27	Locomoteur et arthrite	-7	13	-20	Sci soc., interdisciplinaires*	-1	-11	10
21	Santé circ./respiratoire	15	-2	17	Informatique	19	13	6	Astron., astrophys., cosmol.	22	13	10
22	Anthropologie	15	8	7	Astron., astrophys., cosmol.	22	13	10	Écol. et biol. de l'évolution	25	16	9
23	Médecine tropicale*	13	-13	26	Sci de l'environnement*	5	12	-7	Oto-rhino-laryngologie	-13	-22	9
24	Génie électron./photon.	12	2	10	Génie électrique	-10	12	-21	Optique et lasers	6	-3	9
25	Psychologie, sociale	12	-7	18	Génie - général*	21	10	10	Recherche clinique	-2	-10	9
26	Nutrit, métabol diab.	11	7	5	Géophys. et séismologie	-1	10	-11	Linguistique	2	-7	8
27	Math. appliquées	11	16	-5	Génie électron/photon	2	10	-7	Géo phys et télé dét.	26	18	8
28	Géochem/ géochron	11	8	3	Géochem/géochrono	11	8	3	Physique générale*	5	-3	8
29	Génie des matériaux	10	36	-26	Anthropologie	15	8	7	Gestion et mangement	-2	-10	8
30	Urologie*	10	-5	14	Géologie	-4	8	-12	Sciences infirmières	0	-8	8

\*Les différences entre le Canada et le monde peuvent être affectés par l'arrondissement des chiffres

## Le Canada perd des points

Les sous-secteurs du côté gauche de la **Figure 5C.1** (blocs rouges) perdent des points au Canada. Malgré les coefficients de croissance positifs de plusieurs de ces domaines (en gras) tel que les sciences de l'environnement, les mathématiques pures et appliquées et le génie des matériaux, le Canada n'a pas suivi le rythme du coefficient de croissance mondiale (‡) de ces domaines. Il existe aussi plusieurs sous-secteurs du côté gauche du tableau dans lesquels le Canada a enregistré un déclin absolu dans le volume de publications alors que le volume de publications a cru sur le plan mondial – p. ex., climatologie et météorologie, métaux et métallurgie ainsi que génie nucléaire. Le Canada perd rapidement du terrain dans ce dernier domaine. Ceci combiné à un rendement relativement médiocre en termes de brevets (signalé dans la section ci-après), il semble que la R et D de l'énergie nucléaire au Canada n'est pas synchronisée avec la croissance de la demande en énergie nucléaire sur le plan mondial.

Il existe certains domaines dans lesquels le volume des publications n'augmente ni dans le monde ni au Canada, mais où le Canada perd légèrement du terrain – p. ex., la génétique, la pharmacologie et les maladies infectieuses et immunitaires, tous des domaines dans lesquels le Canada produit des publications scientifiques de haute qualité. Le Canada perd aussi des points en génomique et en neurobiologie. Cela est peut-être intrigant et pourrait être considéré comme un motif d'inquiétude étant donné que la recherche canadienne est présentement forte dans ces domaines, tel que mesuré par l'IS comme le FIRM. Il est important d'examiner ces données dans leur contexte. Une analyse plus approfondie indique qu'il existe des pays, particulièrement en Asie, qui remontent rapidement la pente dans des domaines tel que la génomique. Le fait que le Canada perde des points est, dans certains cas, la conséquence inévitable des gains enregistrés par d'autres pays, tel la Chine.

Il est important de remarquer que la croissance des domaines scientifiques n'est ni régulière, ni illimitée. Il existe des situations, après des percées majeures (p. ex., le séquençage de génomes), où un torrent de nouveaux résultats déferle. Avec le temps, les scientifiques doivent travailler beaucoup plus fort pour repousser la frontière. C'est probablement ce qui s'est passé avec la génomique, ce qui a amené certaines personnes à parler de post-génomique ou, peut-être plus précisément, de génomique « post-séquençage ». Certains domaines en arrivent aussi à un point où tant d'activité a eu lieu qu'on ne peut soutenir une croissance continue à ce niveau de pointe. Mais il n'existe pas nécessairement de lien entre maturité scientifique et maturité technologique. En raison de la toile complexe des interactions entre science et technologie, il est souvent nécessaire de poursuivre des activités scientifiques dans un domaine pour répondre à des questions soulevées par des applications technologiques.

## Le Canada gagne des points

Les sous-secteurs du côté droit de la **Figure 5C.1** (blocs verts) indiquent où le Canada gagne des points dans le volume mondial de publications – p. ex., la recherche sur le cancer, la biologie à échelle nanométrique, le génie mécanique, l'écologie et la physique des plasmas. Les domaines dans lesquels le Canada connaît une croissance, mais pas le monde, sont la médecine tropicale, la physique - optique et laser, les communications, les médias et la culture, la démographie et la psychologie sociale.

Le comité reconnaît que toutes ces données sont complexes et difficiles à interpréter. Aucune orientation générale n'est évidente. Il faut aussi remarquer que les chiffres sur la croissance ne renvoient qu'au volume des publications et ne disent pas si leur qualité (FIRM) ou leur spécialisation (IS) augmente ou diminue. Il nous faut nous contenter de simplement présenter les chiffres et de laisser aux groupes d'experts le soin de donner une interprétation plus approfondie.

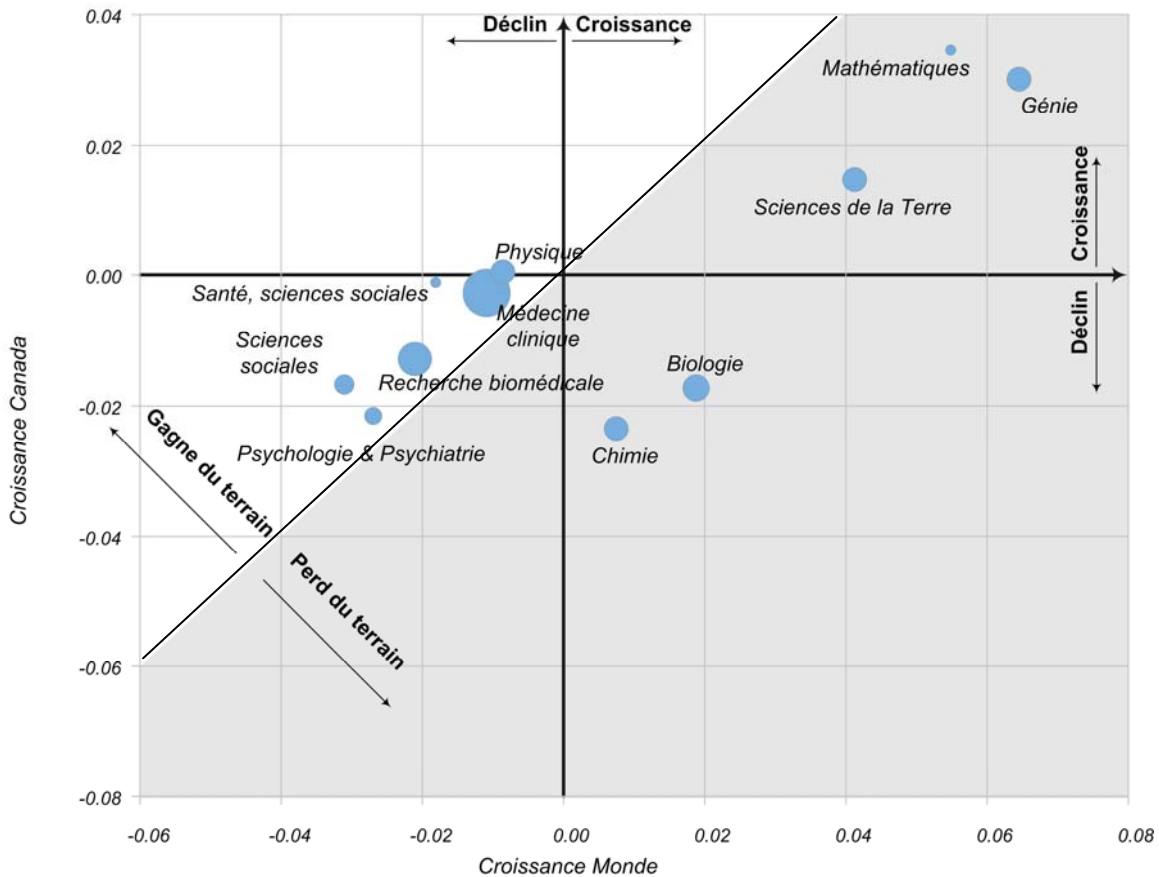
### **Graphiques de croissance et de déclin**

Les graphiques de cette section sont plus clairs en couleur et peuvent être difficiles à lire si imprimés en noir et blanc.

La **Figure 5C.3** compare la croissance des principaux domaines de recherche au Canada (sur l'axe vertical) et la croissance des mêmes domaines sur le plan mondial sur l'axe horizontal). La croissance du volume des publications est calculée pour la période de 2001-2004 par rapport à la période 1997 à 2000. Dans ce graphique, les cercles se trouvant au-dessus de la ligne tirée à 45° du point d'origine (incliné vers le nord-est) représentent des domaines dans lesquels le Canada « gagne du terrain », c.-à-d. que ces domaines croissent plus vite, ou ne déclinent pas aussi rapidement, au Canada que sur le plan mondial.

**Figure 5C.3**

**Dynamique des sciences, du génie, de la santé et des sciences sociales au Canada et dans le monde, Changement dans le volume de publication : 2000–2004 vs. 1997–2000**

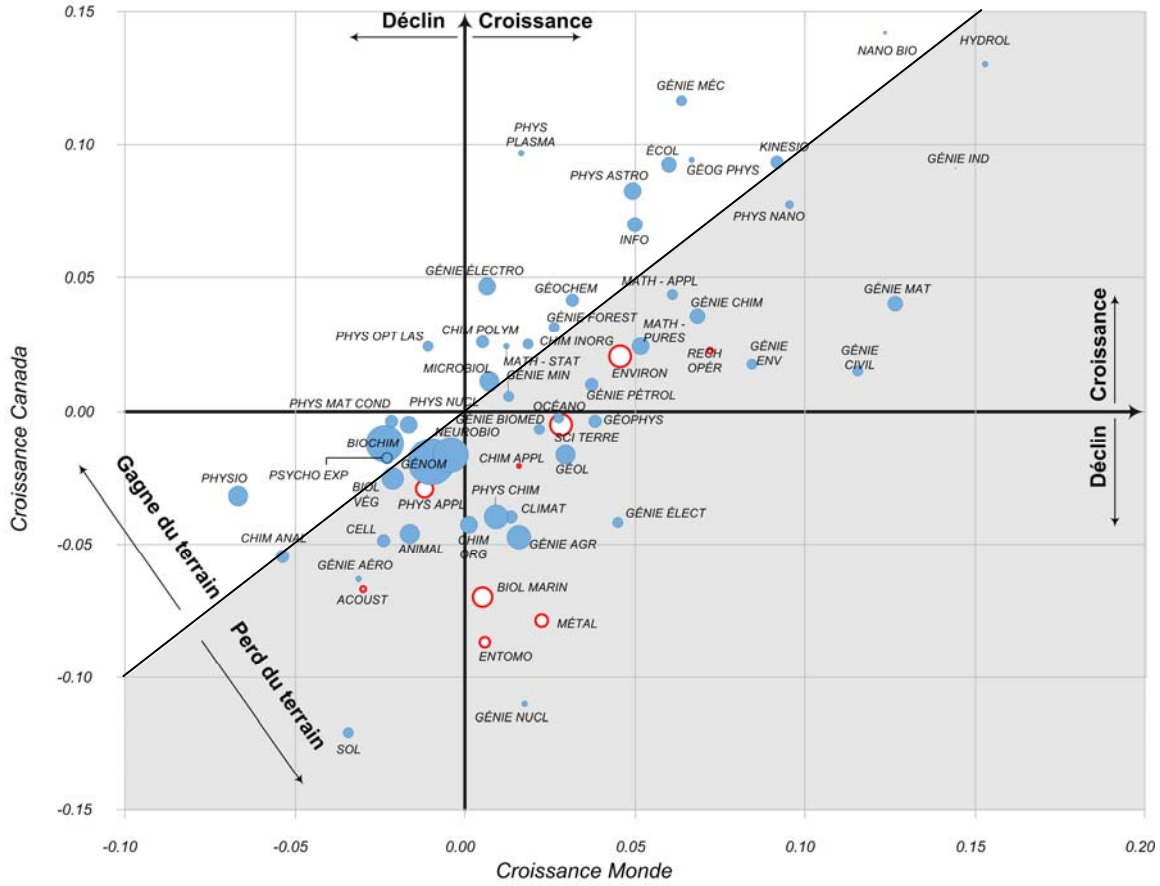


La figure de macro-niveau ci-dessus (**Figure 5C.3**) indique de façon évidente que le Canada perd du terrain – c.-à-d. que sa *part* des publications mondiales est en baisse – dans tous les domaines en croissance sur le plan mondial (génie, mathématiques, sciences de la terre et de l’espace, biologie et chimie). Les chercheurs canadiens, dans l’ensemble, ne gagnent du terrain que dans les domaines en déclin sur le plan mondial – c.-à-d. les sciences sociales, la psychologie et la psychiatrie, la recherche biomédicale, la médecine clinique, les sciences sociales liées à la santé et la physique. Il est aussi digne de mention que le *volume* des publications scientifiques canadiennes est en déclin (ou stable) dans toutes les grandes catégories à l’exception des mathématiques, du génie et des sciences de la terre et de l’espace.

Les figures ci-après présentent des points de vue détaillés sur la dynamique des sciences naturelles et du génie (**Figure 5C.4**), des sciences de la santé (**Figure 5C.5**) et des sciences sociales (**Figure 5C.6**).

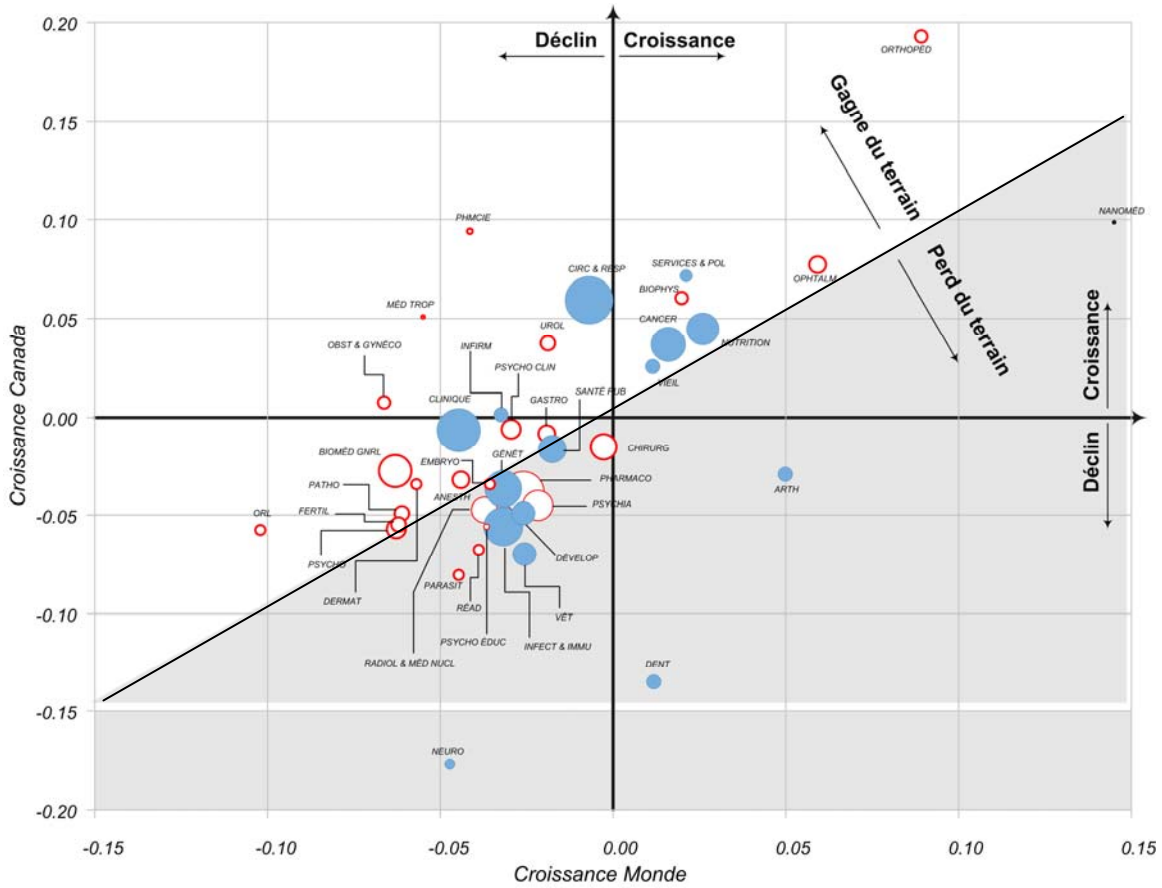
Figure 5C.4

Dynamique des sciences naturelles et du génie au Canada et dans le monde,  
Changement dans le volume de publication : 2001-2004 vs. 1997-2000



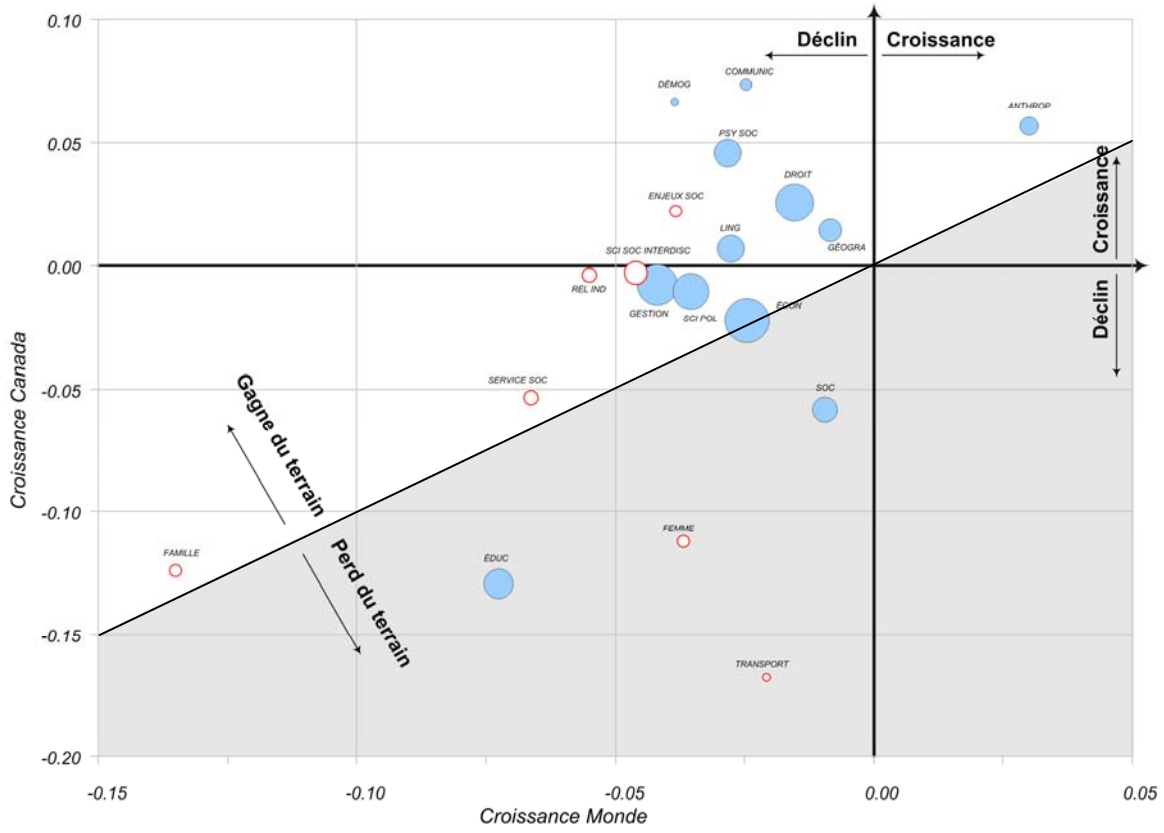
**Figure 5C.5**

**Dynamique des sciences de la santé au Canada et dans le monde, Changement dans le volume de publication : 2001-2004 vs. 1997-2000**



**Figure 5C.6**

**Dynamique des sciences sociales au Canada et dans le monde, Changement dans le volume de publication : 2001-2004 vs. 1997-2000**



Growth World



## Annexe 5D

### Croissance et déclin : technométrie

Les **Figures 5D.1** et **5D.2** montrent que le Canada gagne du terrain relativement à la croissance mondiale des brevets dans plusieurs domaines importants – particulièrement dans des domaines liés aux TIC (p. ex., télécommunications, optique/photonique et ordinateurs) ainsi que dans la santé et les biotechnologies. Ces derniers domaines, de manière surprenante, ont enregistré un déclin du nombre mondial de brevets au cours des cinq dernières années.

### Figure 5D.1

#### Domaines de croissance mondiale des brevets : 2000-2004 vs. 1995-1999

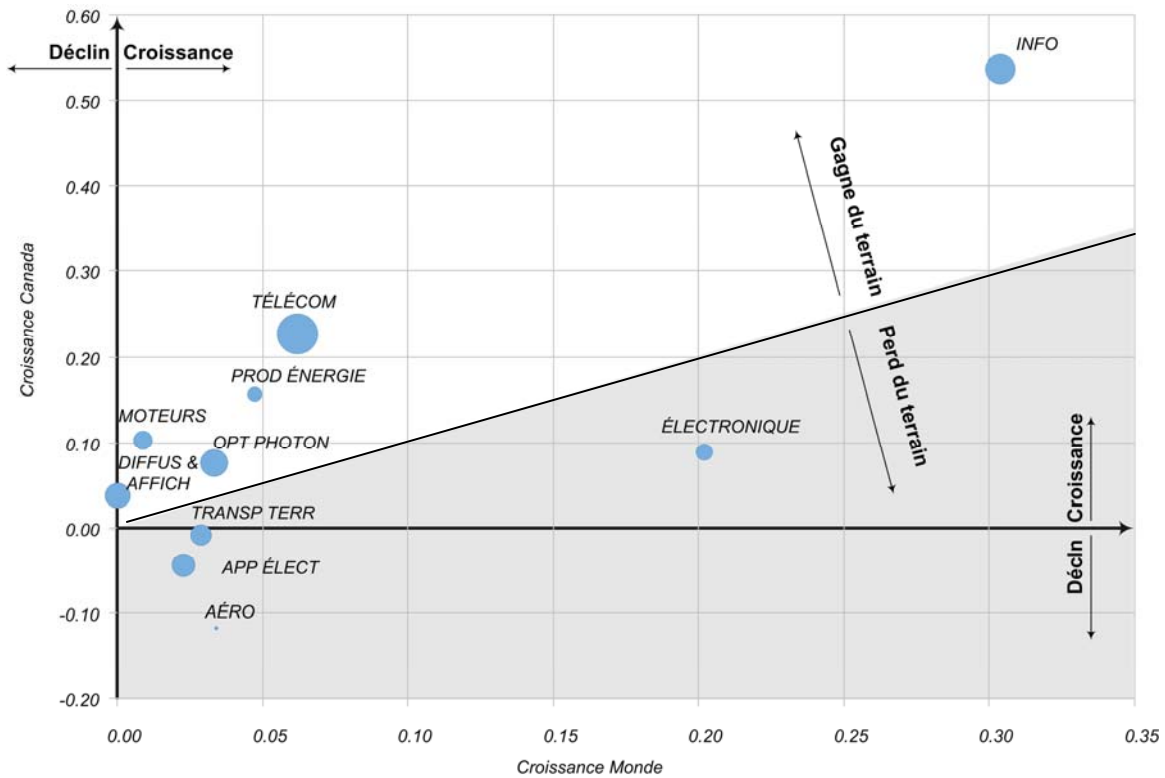
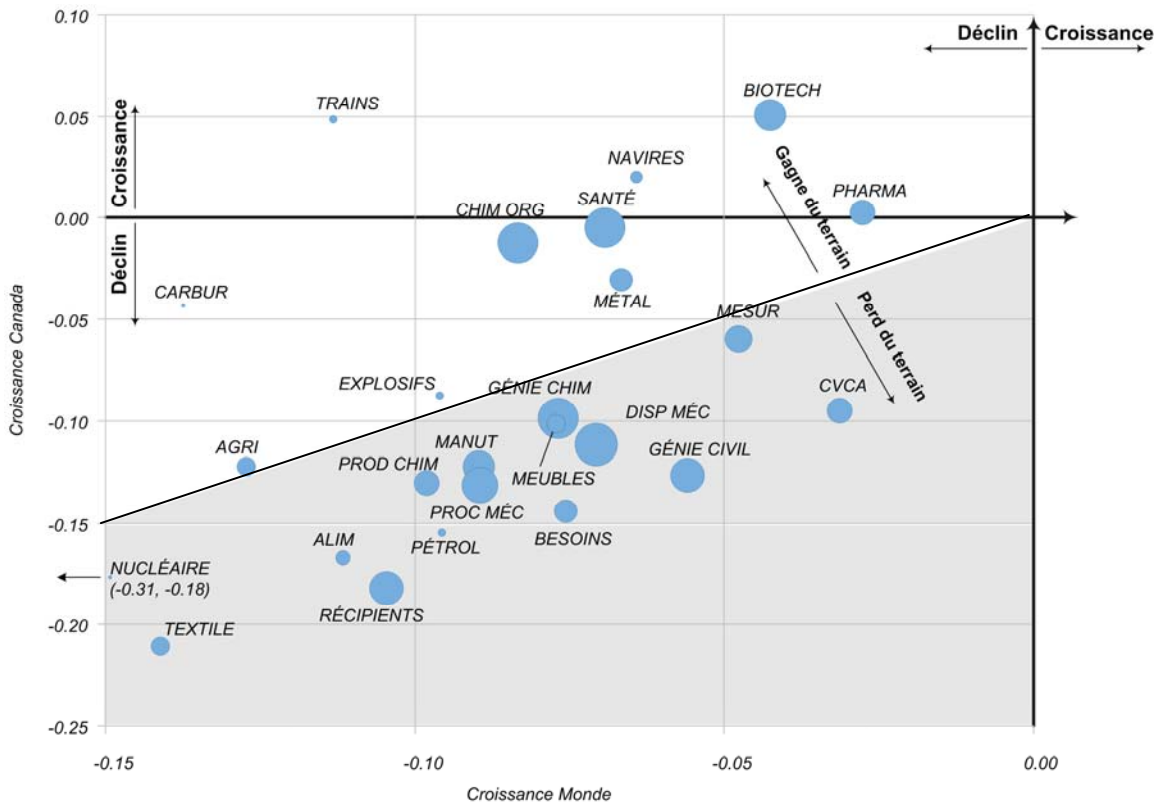


Figure 5D.2

Domaines de déclin mondial des brevets : 2000-2004 vs. 1995-1999



## Annexe 6 : Comparaison des résultats de l'enquête et des résultats bibliométriques

- Annexe 6A : Les 78 sous-secteurs comparables
- Annexe 6B : Les 78 sous-secteurs en ordre de moyenne de l'enquête, de l'IS et FIRM
- Annexe 6C : Résultats de l'enquête comparés à l'IS et au FIRM
- Annexe 6D : Résultats bibliométriques par quadrant (IS et FIRM combinés) et résultats de l'enquête par décile
- Annexe 6E : Analyse de la croissance bibliométrique et de la « tendance nette » de l'enquête

### Annexe 6A

Les 78 sous-secteurs comparables (classés en ordre alphabétique)

		Résultats de l'enquête <sup>(1)</sup>		Résultats bibliométriques <sup>(2)</sup>				
		Moyenne	H-B	IS	FIRM	Croissance	Croissance	Croi
Sous-secteurs	Canada					Monde	C-M	
1	Anthropologie	4,28	-2	1,16	1,04	15%	8%	7%
2	Appareil locomoteur et arthrite	4,51	9	1,27	1,10	-7%	13%	-20%
3	Astrono., astrophysique, cosmologie	5,05	12	0,99	1,14	22%	13%	9%
4	Autre - génie chimique	4,56	1	1,29	0,99	9%	18%	-9%
5	Autre - génie mécanique	4,23	-10	0,71	1,01	33%	17%	16%
6	Biochimie	4,64	-3	1,06	1,03	-3%	-6%	3%
7	Biologie animale	4,56	-4	1,70	1,07	-11%	-4%	-7%
8	Biologie cellulaire	4,71	8	0,94	1,07	-11%	-6%	-6%
9	Biologie végétale	4,57	4	1,16	0,95	-6%	-5%	-1%
10	Biosciences à l'échelle nanométrique	4,14	20	0,72	1,00	41%	35%	6%
11	Chimie - analytique	4,51	-4	0,66	1,23	-13%	-12%	0%
12	Chimie - inorganique	4,63	0	0,55	1,43	6%	5%	2%
13	Chimie - organique	4,79	-2	0,62	1,18	-10%	0%	-10%
14	Chimie - Physique	4,67	4	0,62	1,12	-9%	2%	-12%
15	Chimie - polymères	4,69	1	0,69	1,19	6%	1%	5%
16	Communications, medias & culture	4,81	18	0,61	0,91	20%	-6%	26%
17	Démographie	4,51	1	0,95	0,78	18%	-9%	27%
18	Dentisterie	4,09	-11	0,63	1,07	-28%	3%	-31%
19	Dév. humain, santé enfants & adolesc.	4,53	11	1,23	1,16	-11%	-6%	-5%
20	Droit & criminologie	4,63	12	0,76	0,90	3%	-2%	5%
21	Écologie & biologie de l'évolution	4,65	7	1,47	1,13	25%	16%	9%
22	Génétique	5,24	32	1,30	1,09	-9%	-7%	-1%
23	Génétique, génomique & protéomique	5,18	39	1,07	1,08	-5%	-2%	-2%
24	Génie aérospatial	4,77	-14	0,70	0,98	-14%	-7%	-7%
25	Génie agricole	4,67	4	1,42	0,90	-11%	4%	-15%
26	Génie biomédical	4,69	25	0,89	1,02	-2%	6%	-7%
27	Génie civil	4,77	1	2,05	0,83	4%	32%	-29%
28	Génie de l'environnement	4,75	2	0,94	0,98	4%	23%	-19%
29	Génie électrique	4,89	-3	1,25	0,78	-10%	12%	-21%

		Résultats de l'enquête <sup>(1)</sup>		Résultats bibliométriques <sup>(2)</sup>				
						Croissance	Croissance	Croi
	Sous-secteurs	Moyenne	H-B	IS	FIRM	Canada	Monde	C-M
30	Génie électron & photon	4,90	10	0,85	1,01	12%	2%	10%
31	Génie et sciences des matériaux	4,67	14	0,61	0,91	10%	36%	-26%
32	Génie forestier	4,95	5	3,06	1,03	8%	7%	1%
33	Génie industriel	4,24	-11	1,44	0,99	25%	42%	-17%
34	Génie minier & procédés des minéraux	5,22	18	2,48	0,97	1%	3%	-2%
35	Génie nucléaire	4,65	-22	0,56	1,25	-24%	4%	-28%
36	Génie pétrole & sci polymères	5,24	37	0,76	1,09	2%	10%	-7%
37	Géochimie et géochronologie	5,23	6	1,46	1,03	11%	8%	3%
38	Géographie physique, télédétection	5,32	16	1,47	1,05	26%	18%	8%
39	Géo.; urbanisme & planification enviro.	4,85	11	1,37	0,90	6%	-4%	10%
40	Géologie	5,44	4	1,98	1,05	-4%	8%	-12%
41	Géophysique et sismologie	5,19	7	1,31	0,96	-1%	10%	-11%
42	Hydrologie	5,17	11	2,36	1,00	37%	45%	-8%
43	Informatique	4,77	9	1,24	1,01	18%	13%	6%
44	Kinésiologie	4,44	7	2,05	1,02	25%	25%	0%
45	Linguistique	4,39	9	1,56	0,83	2%	-7%	8%
46	Maladies infectieuses et immunitaires	4,91	31	0,89	1,12	-13%	-7%	-5%
47	Math pures	4,52	3	1,02	1,01	6%	13%	-7%
48	Mathématiques - appliquées	4,56	13	0,99	0,95	11%	16%	-5%
49	Mathématiques statistiques	4,42	2	1,22	1,01	6%	3%	3%
50	Microbiologie	4,58	6	0,96	1,01	3%	2%	1%
51	Médecine - nano et régénératrice	4,41	21	0,59	0,93	27%	42%	-15%
52	Neurobiologie / Neurosciences	5,02	26	1,39	1,02	-4%	-1%	-3%
53	Nutrition, métabolisme et diabète	4,70	24	1,08	1,13	11%	7%	5%
54	Océanographie	5,15	-2	1,37	1,20	-1%	7%	-8%
55	Physiologie	4,40	-10	1,65	0,98	-8%	-15%	8%
56	Physique - matière condensée	4,61	2	0,49	1,22	-1%	-5%	4%
57	Phys. - nucléaire & part. élémentaires	4,49	-10	0,87	1,15	-1%	-4%	3%
58	Physique - optique; laser	5,05	25	0,64	1,02	6%	-3%	9%
59	Physique - Plasma	4,02	-20	0,60	0,99	27%	4%	22%
60	Politiques et services de santé	4,48	8	1,61	0,76	19%	5%	14%
61	Psychologie expérimentale	4,42	1	1,99	0,94	-4%	-5%	1%
62	Psychologie sociale	4,44	8	1,86	1,06	12%	-7%	18%
63	Recherche cancer	5,14	36	0,88	1,21	9%	4%	5%
64	Recherche clinique (transversale)	4,54	0	1,10	1,41	-2%	-10%	9%
65	Santé circulation/ respiratoire	4,93	17	1,09	1,16	15%	-2%	17%
66	Santé mentale, toxicomanie	4,89	22	0,99	1,02	-36%	-11%	-25%
67	Santé publique et des populations	4,62	17	1,53	0,92	-4%	-4%	0%
68	Sci pol & admin publique	4,59	4	1,31	0,68	-3%	-8%	6%
69	Science du sol	4,81	-7	1,70	1,05	-26%	-8%	-18%
70	Science physique - échelle nano	4,47	28	0,49	1,15	21%	26%	-5%
71	Sciences de la gestion des affaires	4,55	13	1,34	0,95	-2%	-10%	8%
72	Sciences de l'éducation	4,48	-11	1,09	0,98	-27%	-16%	-11%
73	Sciences du climat & Météorologie	5,02	4	1,45	1,05	-9%	3%	-13%

		<b>Résultats de l'enquête<sup>(1)</sup></b>		<b>Résultats bibliométriques <sup>(2)</sup></b>				
						<b>Croissance</b>	<b>Croissance</b>	<b>Croi</b>
	<b>Sous-secteurs</b>	<b>Moyenne</b>	<b>H-B</b>	<b>IS</b>	<b>FIRM</b>	<b>Canada</b>	<b>Monde</b>	<b>C-M</b>
74	Sciences économiques	4,53	-1	1,15	0,99	-5%	-6%	0%
75	Sciences infirmières	4,19	3	1,33	1,13	0%	-8%	8%
76	Sciences vétérinaires	4,43	2	1,15	1,01	-16%	-6%	-10%
77	Sociologie	4,27	-7	1,04	0,86	-13%	-2%	-11%
78	Vieillesse	4,57	19	1,42	0,93	6%	3%	4%

(1) H-B est le pourcentage des répondants à l'enquête que le Canada gagne du terrain moins le pourcentage de ceux qui voient le Canada perdre du terrain.

(2) La valeur « croissance » est le pourcentage de changement de volume de publications : 2001-04 vs. 1997-2000. C-M est la différence entre le taux de croissance du Canada et celui du monde et peut être affectée par l'arrondissement des chiffres.



## Annexe 6B

Les 78 sous-secteurs en ordre décroissant de moyenne de l'enquête, de l'IS et de FIRM (Les deuxièmes colonnes indiquent le décile)

Sous-secteurs	Moyenne	
Géologie	5,44	D1
Géographie physique, télédétection	5,32	D1
Génétique (médicale)	5,24	D1
Génie pétrole & sci polymères	5,24	D1
Géochimie et géochronologie	5,23	D1
Génie minier & procédés des minéraux	5,22	D1
Géophysique et sismologie	5,19	D1
Génétique, génomique & protéomique	5,18	D2
Hydrologie	5,17	D2
Océanographie	5,15	D2
Recherche cancer	5,14	D2
Astronomie, astrophysique, cosmologie	5,05	D2
Physique - optique; laser	5,05	D2
Neurobiologie / Neurosciences	5,02	D2
Sciences du climat & Météorologie	5,02	D2
Génie forestier	4,95	D3
Santé circulation/ respiratoire	4,93	D3
Maladies infectieuses et immunitaires	4,91	D3

Sous-secteurs	IS	
Génie forestier	3,06	D1
Génie minier & procédés des minéraux	2,48	D1
Hydrologie	2,36	D1
Génie civil	2,05	D1
Kinésiologie	2,05	D1
Psychologie expérimentale	1,99	D1
Géologie	1,98	D1
Psychologie sociale	1,86	D2
Science du sol	1,70	D2
Biologie animale	1,70	D2
Physiologie	1,65	D2
Politiques et services de santé	1,61	D2
Linguistique	1,56	D2
Santé publique et des populations	1,53	D2
Écologie & biologie de l'évolution	1,47	D2
Géographie physique, télédétection	1,47	D3
Géochimie et géochronologie	1,46	D3
Sciences du climat & Météorologie	1,45	D3

Sous-secteurs	FIRM	
Chimie - inorganique	1,43	D1
Recherche clinique (transversale)	1,41	D1
Génie nucléaire	1,25	D1
Chimie - analytique	1,23	D1
Physique - matière condensée	1,22	D1
Recherche cancer	1,21	D1
Océanographie	1,20	D1
Chimie - polymères	1,19	D2
Chimie - organique	1,18	D2
Santé circulation/ respiratoire	1,16	D2
Dévelop. humain, santé des enfants et des adolescents	1,16	D2
Science physique - échelle nanométrique	1,15	D2
Physique - nucléaire & particules élémentaires	1,15	D2
Astronomie, astrophysique, cosmologie	1,14	D2
Nutrition, métabolisme et diabète	1,13	D2
Sciences infirmières	1,13	D3
Écologie & biologie de l'évolution	1,13	D3
Maladies infectieuses et immunitaires	1,12	D3

Sous-secteurs	Moyenne	
Génie électron & photon	4,90	D3
Génie électrique	4,89	D3
Santé mentale, toxicomanie	4,89	D3
Géographie; urbanisme & planification enviro	4,85	D3
Comms, medias & culture	4,81	D3
Science du sol	4,81	D4
Chimie - organique	4,79	D4
Sciences Informatiques	4,77	D4
Génie aérospatial	4,77	D4
Génie civil	4,77	D4
Génie de l'environnement	4,75	D4
Biologie cellulaire	4,71	D4
Nutrition, métabolisme et diabète	4,70	D4
Chimie - polymères	4,69	D5
Génie biomédical	4,69	D5
Chimie - Physique	4,67	D5
Génie agricole	4,67	D5
Génie et science des matériaux	4,67	D5
Écologie & biologie de l'évolution	4,65	D5
Génie nucléaire	4,65	D5
Biochimie	4,64	D5
Droit & criminologie	4,63	D6

Sous-secteurs	IS	
Génie industriel	1,44	D3
Génie agricole	1,42	D3
Vieillesse	1,42	D3
Neurobiologie / Neurosciences	1,39	D3
Géographie; urbanisme & planification enviro	1,37	D3
Océanographie	1,37	D4
Sciences de la gestion des affaires	1,34	D4
Sciences infirmières	1,33	D4
Sci pol & admin publique	1,31	D4
Géophysique et séismologie	1,31	D4
Génétique (médicale)	1,30	D4
Autre - génie chimique	1,29	D4
Appareil locomoteur et arthrite	1,27	D4
Génie électrique	1,25	D5
Sciences Informatiques	1,24	D5
Développement humain, santé des enfants et des adolescents	1,23	D5
Mathématiques statistiques	1,22	D5
Anthropologie	1,16	D5
Biologie végétale	1,16	D5
Sciences vétérinaires	1,15	D5
Sciences économiques	1,15	D5
Recherche clinique	1,10	D6

Sous-secteurs	FIRM	
Chimie - Physique	1,12	D3
App. locomoteur et arthrite	1,10	D3
Génétique (médicale)	1,09	D3
Génie pétrole & sci polymères	1,09	D3
Génétique, génomique & protéomique	1,08	D3
Biologie animale	1,07	D4
Dentisterie	1,07	D4
Biologie cellulaire	1,07	D4
Psychologie sociale	1,06	D4
Science du sol	1,05	D4
Géographie physique, télédétection	1,05	D4
Sciences du climat & Météorologie	1,05	D4
Géologie	1,05	D4
Anthropologie	1,04	D5
Géochimie et géochronologie	1,03	D5
Génie forestier	1,03	D5
Biochimie	1,03	D5
Neurobiologie / Neurosciences	1,02	D5
Kinésiologie	1,02	D5
Physique - optique; laser	1,02	D5
Santé mentale, toxicomanie	1,02	D5
Génie biomédical	1,02	D6

Sous-secteurs	Moyenne	
Chimie - inorganique	4,63	D6
Santé publique et des populations	4,62	D6
Physique - matière condensée	4,61	D6
Sci pol & admin publique	4,59	D6
Microbiologie	4,58	D6
Vieillesse	4,57	D6
Biologie végétale	4,57	D6
Mathématiques - appliquées	4,56	D7
Biologie animale	4,56	D7
Autre - génie chimique	4,56	D7
Sciences de la gestion des affaires	4,55	D7
Recherche clinique (transversale)	4,54	D7
Sciences économiques	4,53	D7
Développement humain, santé des enfants et des adolescents	4,53	D7
Math pures	4,52	D7
Démographie	4,51	D8
Chimie - analytique	4,51	D8
Appareil locomoteur et arthrite	4,51	D8
Physique - nucléaire & particules élémentaires	4,49	D8
Politiques et services de santé	4,48	D8
Sciences de l'éducation	4,48	D8

Sous-secteurs	IS	
(transversale)		
Santé circulation/ respiratoire	1,09	D6
Sciences de l'éducation	1,09	D6
Nutrition, métabolisme et diabète	1,08	D6
Génétique, génomique & protéomique	1,07	D6
Biochimie	1,06	D6
Sociologie	1,04	D6
Math pures	1,02	D6
Astronomie, astrophysique, cosmologie	0,99	D7
Mathématiques - appliquées	0,99	D7
Santé mentale, toxicomanie	0,99	D7
Microbiologie	0,96	D7
Démographie	0,95	D7
Génie de l'environnement	0,94	D7
Biologie cellulaire	0,94	D7
Maladies infectieuses et immunitaires	0,89	D7
Génie biomédical	0,89	D8
Recherche cancer	0,88	D8
Physique - nucléaire & particules élémentaires	0,87	D8
Génie électron & photon	0,85	D8
Droit & criminologie	0,76	D8
Génie pétrole & sci	0,76	D8

Sous-secteurs	FIRM	
Autre - génie mécanique	1,01	D6
Génie électron & photon	1,01	D6
Math pures	1,01	D6
Mathématiques statistiques	1,01	D6
Microbiologie	1,01	D6
Sciences Informatiques	1,01	D6
Sciences vétérinaires	1,01	D6
Hydrologie	1,00	D7
Biosciences à l'échelle nanométrique	1,00	D7
Sciences économiques	0,99	D7
Autre - génie chimique	0,99	D7
Génie industriel	0,99	D7
Physique - Plasma	0,99	D7
Génie aérospatial	0,98	D7
Physiologie	0,98	D7
Génie de l'environnement	0,98	D8
Sciences de l'éducation	0,98	D8
Génie minier & procédés des minéraux	0,97	D8
Géophysique et sismologie	0,96	D8
Sciences de la gestion des affaires	0,95	D8
Biologie végétale	0,95	D8

Sous-secteurs	Moyenne	
Science physique - échelle nanométrique	4,47	D8
Psychologie sociale	4,44	D9
Kinésiologie	4,44	D8
Sciences vétérinaires	4,43	D9
Mathématiques statistiques	4,42	D9
Psychologie expérimentale	4,42	D9
Nanomédecine et médecine régénératrice	4,41	D9
Physiologie	4,40	D9
Linguistique	4,39	D9
Anthropologie	4,28	D9
Sociologie	4,27	D10
Génie industriel	4,24	D10
Autre - génie mécanique	4,23	D10
Sciences infirmières	4,19	D10
Biosciences à l'échelle nanométrique	4,14	D10
Dentisterie	4,09	D10
Physique - Plasma	4,02	D10

Sous-secteurs	IS	
polymères		
Biosciences à l'échelle nanométrique	0,72	D8
Autre - génie mécanique	0,71	D8
Génie aérospatial	0,70	D9
Chimie - polymères	0,69	D9
Chimie - analytique	0,66	D9
Physique - optique; laser	0,64	D9
Dentisterie	0,63	D9
Chimie - Physique	0,62	D9
Chimie - organique	0,62	D9
Comms, medias & culture	0,61	D9
Génie et science des matériaux	0,61	D10
Physique - Plasma	0,60	D10
Nanomédecine et médecine régénératrice	0,59	D10
Génie nucléaire	0,56	D10
Chimie - inorganique	0,55	D10
Physique - matière condensée	0,49	D10
Science physique - échelle nanométrique	0,49	D10

Sous-secteurs	FIRM	
Mathématiques - appliquées	0,95	D8
Psychologie expérimentale	0,94	D8
Vieillessement	0,93	D9
Nanomédecine et médecine régénératrice	0,93	D9
Santé publique et des populations	0,92	D9
Génie et science des matériaux	0,91	D9
Comms, medias & culture	0,91	D9
Droit & criminologie	0,90	D9
Géographie; urbanisme & planification enviro	0,90	D9
Génie agricole	0,90	D9
Sociologie	0,86	D10
Linguistique	0,83	D10
Génie civil	0,83	D10
Démographie	0,78	D10
Génie électrique	0,78	D10
Politiques et services de santé	0,76	D10
Sci pol & admin publique	0,68	D10

## Annexe 6C

Résultats de l'enquête comparés à l'IS et au FIRM (Ce sont les données brutes utilisées pour construire la Figure 5.21 du rapport principal)

Sous-secteur (par IS)	Décile	
	Moyenne	IS
<b>Encadré 1: IS (1,2,3) Moyenne (8,9,10)</b>		
Psychologie expérimentale	D9	D1
Kinésiologie	D8	D1
Politiques et services de santé	D8	D2
Linguistique	D9	D2
Physiologie	D9	D2
Psychologie sociale	D9	D2
Génie industriel	D10	D3
<b>Encadré 2: IS (1,2,3) Moyenne (1,2,3)</b>		
Génie forestier	D3	D1
Géologie	D1	D1
Hydrologie	D2	D1
Génie minier & procédés des minéraux	D1	D1
Sciences du climat & Météorologie	D2	D3
Géochimie et géochronologie	D1	D3
Géographie; urbanisme & planification enviro	D3	D3
Neurobiologie / Neurosciences	D2	D3
Géographie physique, télédétection	D1	D3
<b>Encadré 3: IS (8,9,10) Moyenne (8,9,10)</b>		
Biosciences à l'échelle nanométrique	D10	D8
Physique - nucléaire & particules élémentaires	D8	D8
Autre - génie mécanique	D10	D8
Chimie - analytique	D8	D9
Dentisterie	D10	D9
Nanomédecine et médecine régénératrice	D9	D10
Science physique - échelle nanométrique	D8	D10
Physique - Plasma	D10	D10

Sous-secteur (par FIRM)	Décile	
	Moyenne	FIRM
<b>Encadré 1: FIRM (1,2,3) Moyenne (8,9,10)</b>		
Chimie - analytique	D8	D1
Science physique - échelle nanométrique	D8	D2
Physique - nucléaire & particules élémentaires	D8	D2
Sciences infirmières	D10	D3
Appareil locomoteur et arthrite	D8	D3
<b>Encadré 2: FIRM (1,2,3) Moyenne (1,2,3)</b>		
Recherche cancer	D2	D1
Océanographie	D2	D1
Santé circulation/ respiratoire	D3	D2
Astronomie, astrophysique, cosmologie	D2	D2
Maladies infectieuses et immunitaires	D3	D3
Génétique, génomique & protéomique	D2	D3
Génétique (médicale)	D1	D3
Génie pétrole & sci polymères	D1	D3
<b>Encadré 3: FIRM (8,9,10) Moyenne (8,9,10)</b>		
Psychologie expérimentale	D9	D8
Sciences de l'éducation	D8	D8
Nanomédecine et médecine régénératrice	D9	D9
Sociologie	D10	D10
Linguistique	D9	D10
Démographie	D8	D10
Politiques et services de santé	D8	D10
<b>Encadré 4: FIRM (8,9,10) Moyenne (1,2,3)</b>		
Géophysique et sismologie	D1	D8
Génie minier & procédés des minéraux	D1	D8

Sous-secteur (par IS)	Décile	
	Moyenne	IS
<b>Encadré 4: IS (8,9,10) Moyenne (1,2,3)</b>		
Recherche cancer	D2	D8
Génie électron & photon	D3	D8
Génie pétrole & sci polymères	D1	D8
Communications, médias & culture	D3	D9
Physique - optique; laser	D2	D9
<b>Encadré 5: IS (4,5,6,7) Moyenne (4,5,6,7)</b>		
Sciences de la gestion des affaires	D7	D4
Autre - génie chimique	D7	D4
Sci pol & admin publique	D6	D4
Sciences informatiques	D4	D5
Sciences économiques	D7	D5
Développement humain, santé des enfants et des adolescents	D7	D5
Biologie végétale	D6	D5
Biochimie	D5	D6
Recherche clinique (transversale)	D7	D6
Nutrition, métabolisme et diabète	D4	D6
Math pures	D7	D6
Mathématiques - appliquées	D7	D7
Biologie cellulaire	D4	D7
Génie de l'environnement	D4	D7
Microbiologie	D6	D7
<b>Encadré 6: IS (1,2,3) Moyenne (4,5,6,7)</b>		
Génie civil	D4	D1
Biologie animale	D7	D2
Écologie & biologie de l'évolution	D5	D2
Santé publique et des populations	D6	D2
Science du sol	D4	D2
Vieillesse	D6	D3
Génie agricole	D5	D3
<b>Encadré 7: IS (8,9,10) Moyenne (4,5,6,7)</b>		
Génie biomédical	D5	D8
Droit & criminologie	D6	D8
Génie aérospatial	D4	D9

Sous-secteur (par FIRM)	Décile	
	Moyenne	FIRM
Communications, médias & culture	D3	D9
Géographie physique, télédétection	D3	D9
Génie électrique	D3	D10
<b>Encadré 5: FIRM (4,5,6,7) Moyenne (4,5,6,7)</b>		
Biologie animale	D7	D4
Biologie cellulaire	D4	D4
Science du sol	D4	D4
Biochimie	D5	D5
Math pures	D7	D6
Microbiologie	D6	D6
Génie biomédical	D5	D6
Sciences informatiques	D4	D6
Sciences économiques	D7	D7
Autre - génie chimique	D7	D7
Génie aérospatial	D4	D7
<b>Encadré 6: FIRM (1,2,3) Moyenne (4,5,6,7)</b>		
Recherche clinique	D7	D1
Physique - matière condensée	D6	D1
Chimie - inorganique	D6	D1
Génie nucléaire	D5	D1
Développement humain, santé des enfants et des adolescents	D7	D2
Chimie - polymères	D5	D2
Nutrition, métabolisme et diabète	D4	D2
Chimie - organique	D4	D2
Écologie & biologie de l'évolution	D5	D3
Chimie - Physique	D5	D3
<b>Encadré 7: FIRM (8,9,10) Moyenne (4,5,6,7)</b>		
Mathématiques - appliquées	D7	D8
Sciences de la gestion des affaires	D7	D8
Biologie végétale	D6	D8
Génie de l'environnement	D4	D8
Vieillesse	D6	D9
Droit & criminologie	D6	D9
Santé publique et des populations	D6	D9
Génie agricole	D5	D9

<b>Sous-secteur (par IS)</b>	<b>Décile</b>	
	<b>Moyenne</b>	<b>IS</b>
Chimie - organique	D4	D9
Chimie - Physique	D5	D9
Chimie - polymères	D5	D9
Physique - matière condensée	D6	D10
Chimie - inorganique	D6	D10
Génie et science des matériaux	D5	D10
Génie nucléaire	D5	D10
<b>Encadré 8: IS (4,5,6,7) Moyenne (8,9,10)</b>		
Appareil locomoteur et arthrite	D8	D4
Sciences infirmières	D10	D4
Anthropologie	D9	D5
Mathématiques statistiques	D9	D5
Sciences vétérinaires	D9	D5
Sciences de l'éducation	D8	D6
Sociologie	D10	D6
Démographie	D8	D7
<b>Encadré 9: IS (4,5,6,7) Moyenne (1,2,3)</b>		
Génétique (médicale)	D1	D4
Géophysique et séismologie	D1	D4
Océanographie	D2	D4
Génie électrique	D3	D5
Santé circulation/ respiratoire	D3	D6
Génétique, génomique & protéomique	D2	D6
Astronomie, astrophysique, cosmologie	D2	D7
Maladies infectieuses et immunitaires	D3	D7
Santé mentale, toxicomanie	D3	D7

<b>Sous-secteur (par FIRM)</b>	<b>Décile</b>	
	<b>Moyenne</b>	<b>FIRM</b>
Génie et science des matériaux	D5	D9
Sci pol & admin publique	D6	D10
Génie civil	D4	D10
<b>Encadré 8: FIRM (4,5,6,7) Moyenne (8,9,10)</b>		
Dentisterie	D10	D4
Psychologie sociale	D9	D4
Anthropologie	D9	D5
Kinésiologie	D8	D5
Autre - génie mécanique	D10	D6
Mathématiques statistiques	D9	D6
Sciences vétérinaires	D9	D6
Génie industriel	D10	D7
Biosciences à l'échelle nanométrique	D10	D7
Physique - Plasma	D10	D7
Physiologie	D9	D7
<b>Encadré 9: FIRM (4,5,6,7) Moyenne (1,2,3)</b>		
Sciences du climat & Météorologie	D2	D4
Géologie	D1	D4
Géographie physique, télédétection	D1	D4
Génie forestier	D3	D5
Santé mentale, toxicomanie	D3	D5
Neurobiologie / Neurosciences	D2	D5
Physique - optique; laser	D2	D5
Géochimie et géochronologie	D1	D5
Génie électron & photon	D3	D6
Hydrologie	D2	D7



## Annexe 6D

### Résultats bibliométriques par quadrant (IS et FIRM combinés) et résultats de l'enquête par décile

Nous pouvons faire une autre comparaison approximative dans ces cas : (1) lorsque *les deux* paramètres bibliométriques sont forts – c.-à-d. que l'IS et le FIRM sont tous deux au-dessus de la moyenne mondiale; (2) lorsque les deux indicateurs se trouvent sous la moyenne mondiale. Dans ces deux situations, les données bibliométriques sont sans équivoque et nous pouvons demander si les cotes de force de l'enquête sont conformes aux données bibliométriques.

Nous repérons une concordance approximative dans le panneau supérieur de la **Figure 6D.1**, qui regroupe les sous-secteurs : (1) se trouvant dans la moitié supérieure des cotes de force de l'enquête; et (2) pour lesquels l'IS et le FIRM sont au-dessus de la moyenne mondiale. Il existe plusieurs concordances de ce genre et elles se retrouvent largement dans les quatre principales grappes de force mentionnées au chapitre 5. (Bien qu'un seul représentant de la grappe des TIC se trouve dans le panneau supérieur, on a indiqué précédemment que les cinq sous-secteurs des sciences informatiques inclus dans l'enquête ont été fondus en une seule macro-catégorie pour faciliter la comparaison bibliométrique.)

Le panneau inférieur de la **Figure 6D.1** présente les cas où existe une divergence évidente entre l'enquête et les données bibliométriques. Le panneau inférieur gauche regroupe les domaines de force bibliométrique sans équivoque (c.-à-d. que l'IS et le FIRM sont tous deux au-dessus de la moyenne mondiale), mais auxquels l'enquête a attribué des cotes de force les situant dans les derniers 30 % des 78 sous-secteurs – p. ex., recherche clinique, sciences infirmières, anthropologie. Le panneau inférieur droit présente les cas opposés, les résultats de l'enquête étant passablement plus élevés que la bibliométrie – p. ex., les cotes de l'enquête des sous-secteurs de l'environnement, de l'aérospatiale et du génie des matériaux se trouvaient dans la moitié supérieure, alors que les mesures de l'IS et du FIRM étaient sous la moyenne mondiale. L'**Annexe 6D.2** présente les détails des concordances.

**Figure 6D.1**

**Analyse des résultats bibliométriques par quadrant (IS et FIRM combinés) et résultats de l'enquête par décile**

<b>Résultats bibliométriques forts (IS et FIRM combinés) et résultats de l'enquête forts</b>	
<p><i>Environnement</i> Hydrologie Océanographie Sciences du climat &amp; Météorologie Écologie &amp; biologie de l'évolution <i>Ressources naturelles / Environnement</i> Géographie physique, télédétection Géochimie et géochronologie Science du sol <i>Ressources naturelles</i> Géologie Génie forestier</p>	<p><i>Santé</i> Génétique (médicale) Neurobiologie / Neurosciences Génétique, génomique &amp; protéomique Santé circulation/ respiratoire <i>TIC</i> Sciences Informatiques <i>Autre</i> Biochimie</p>
<b>Résultats bibliométriques forts (IS et FIRM combinés) et résultats de l'enquête faibles</b>	<b>Résultats bibliométriques faibles (IS et FIRM combinés) et résultats de l'enquête forts</b>
<p><i>Santé</i> Recherche clinique (transversale) Développement humain, santé des enfants et des adolescents Kinésiologie Appareil locomoteur et arthrite Sciences infirmières <i>Autre</i> Biologie animale                      Math. statistiques Sciences vétérinaires              Anthropologie Math pures                                Psychologie sociale</p>	<p><i>Environnement</i> Génie de l'environnement <i>Autre</i> Génie aérospatial Communications, médias &amp; culture Génie et science des matériaux</p>

**Figure 6D.2**

Résultats bibliométriques par quadrant (IS et FIRM combinés) et résultats de l'enquête par décile

	En ordre alphabétique par quadrant	IS	FIRM	Moyenne	Moyenne décile
	<b>IS et FIRM &gt; 1 (Quadrant I)</b>				
A	Anthropologie	1,16	1,04	4,28	D9
S	Appareil locomoteur et arthrite	1,27	1,10	4,51	D8
A	Biochimie	1,06	1,03	4,64	D5
A	Biologie animale	1,70	1,07	4,56	D7
S	Dév. humain, santé des enfants et des adolescents	1,23	1,16	4,53	D7
E	Écologie & biologie de l'évolution	1,47	1,13	4,65	D5
S	Génétique (médicale)	1,30	1,09	5,24	D1
S	Génétique, génomique & protéomique	1,07	1,08	5,18	D2
RN	Génie forestier	3,06	1,03	4,95	D3
RN/E	Géochimie et géochronologie	1,46	1,03	5,23	D1
RN/E	Géographie physique, télédétection	1,47	1,05	5,32	D1
RN	Géologie	1,98	1,05	5,44	D1
E	Hydrologie	2,36	1,00	5,17	D2
S	Kinésiologie	2,05	1,02	4,44	D8
R	Math pures	1,02	1,01	4,52	D7
A	Mathématiques statistiques	1,22	1,01	4,42	D9
S	Neurobiologie / Neurosciences	1,39	1,02	5,02	D2
S	Nutrition, métabolisme et diabète	1,08	1,13	4,70	D4
E	Océanographie	1,37	1,20	5,15	D2
A	Psychologie sociale	1,86	1,06	4,44	D9
S	Recherche clinique (transversale)	1,10	1,41	4,54	D7
S	Santé circulatoire/respiratoire	1,09	1,16	4,93	D3
RN/E	Science du sol	1,70	1,05	4,81	D4
E	Sciences du climat & Météorologie	1,45	1,05	5,02	D2
S	Sciences infirmières	1,33	1,13	4,19	D10
T	Sciences informatiques	1,24	1,01	4,77	D4
A	Sciences vétérinaires	1,15	1,01	4,43	D9
	<b>IS &lt; 1 et FIRM &gt;1 (Quadrant II)</b>				
A	Astronomie, astrophysique, cosmologie	0,99	1,14	5,05	D2
A	Autre - génie mécanique	0,71	1,01	4,23	D10
A	Biologie cellulaire	0,94	1,07	4,71	D4
A	Biosciences à l'échelle nanométrique	0,72	1,00	4,14	D10
A	Chimie - analytique	0,66	1,23	4,51	D8
A	Chimie - inorganique	0,55	1,43	4,63	D6
A	Chimie - organique	0,62	1,18	4,79	D4
A	Chimie - Physique	0,62	1,12	4,67	D5
A	Chimie - polymères	0,69	1,19	4,69	D5
S	Dentisterie	0,63	1,07	4,09	D10
S	Génie biomédical	0,89	1,02	4,69	D5
T	Génie électron & photon	0,85	1,01	4,90	D3
A	Génie nucléaire	0,56	1,25	4,65	D5

	<b>En ordre alphabétique par quadrant</b>	<b>IS</b>	<b>FIRM</b>	<b>Moyenne</b>	<b>Moyenne décile</b>
RN	Génie pétrole & sci polymères	0,76	1,09	5,24	D1
S	Maladies infectieuses et immunitaires	0,89	1,12	4,91	D3
A	Microbiologie	0,96	1,01	4,58	D6
A	Physique - matière condensée	0,49	1,22	4,61	D6
A	Physique - nucléaire & particules élémentaires	0,87	1,15	4,49	D8
T	Physique - optique; laser	0,64	1,02	5,05	D2
S	Recherche cancer	0,88	1,21	5,14	D2
S	Santé mentale, toxicomanie	0,99	1,02	4,89	D3
A	Science physique - échelle nanométrique	0,49	1,15	4,47	D8
	<b>IS et FIRM &lt; 1 (Quadrant IV)</b>				
A	Communications, medias & culture	0,61	0,91	4,81	D3
A	Démographie	0,95	0,78	4,51	D8
A	Droit & criminologie	0,76	0,90	4,63	D6
A	Génie aérospatial	0,70	0,98	4,77	D4
E	Génie de l'environnement	0,94	0,98	4,75	D4
A	Génie et science des matériaux	0,61	0,91	4,67	D5
A	Mathématiques - appliquées	0,99	0,95	4,56	D7
S	Nanomédecine et médecine régénératrice	0,59	0,93	4,41	D9
A	Physique - Plasma	0,60	0,99	4,02	D10
	<b>IS &gt; 1 et FIRM &lt;1 (Quadrant III)</b>				
A	Autre - génie chimique	1,29	0,99	4,56	D7
A	Biologie végétale	1,16	0,95	4,57	D6
A	Génie agricole	1,42	0,90	4,67	D5
A	Génie civil	2,05	0,83	4,77	D4
A	Génie électrique	1,25	0,78	4,89	D3
A	Génie industriel	1,44	0,99	4,24	D10
RN	Génie minier & procédés des minéraux	2,48	0,97	5,22	D1
E	Géographie; urbanisme & planification envir	1,37	0,90	4,85	D3
RN	Géophysique et séismologie	1,31	0,96	5,19	D1
A	Linguistique	1,56	0,83	4,39	D9
S	Physiologie	1,65	0,98	4,40	D9
H	Politiques et services de santé	1,61	0,76	4,48	D8
A	Psychologie expérimentale	1,99	0,94	4,42	D9
S	Santé publique et des populations	1,53	0,92	4,62	D6
A	Sci pol & admin publique	1,31	0,68	4,59	D6
A	Sciences de la gestion des affaires	1,34	0,95	4,55	D7
A	Sciences de l'éducation	1,09	0,98	4,48	D8
A	Sciences économiques	1,15	0,99	4,53	D7
A	Sociologie	1,04	0,86	4,27	D10
S	Vieillesse	1,42	0,93	4,57	D6

## Annexe 6E

### Analyse de la croissance bibliométrique et de la « tendance nette » de l'enquête

Nous avons aussi comparé la croissance des 78 sous-secteurs telle qu'évaluée à partir des bases de données bibliométriques et par les répondants de l'enquête. La comparaison est ici aussi complexe et quelque peu indirecte:

- On a simplement demandé aux répondants de l'enquête s'ils croyaient qu'un sous-secteur spécifique gagnait ou perdait du terrain au Canada par rapport aux autres pays à économie dominante. On ne leur a pas demandé d'évaluer le taux de croissance ou de déclin. La mesure de la tendance de l'enquête était simplement la différence entre le pourcentage de répondants donnant une cote « à la hausse » et une cote « à la baisse ».
- La bibliométrie permet de calculer un pourcentage précis de croissance à partir du *volume* des publications dans un domaine – tant au Canada que dans le monde. La différence entre ces deux taux de croissance indique si nous gagnons ou perdons des « parts de marché en publications » sur le plan mondial, et avec quelle rapidité.

Bien que les paramètres de croissance de l'enquête et de l'analyse bibliométrique soient conceptuellement assez différents, nous pouvons effectuer une comparaison approximative en nous attardant aux fourchettes de croissance supérieure, médiane et inférieure que nous donnent l'enquête et la bibliométrie. Les résultats sont résumés dans la **Figure 6E.1**. Les détails sont précisés dans la **Figure 6E.2**.

On juge qu'il existe une concordance raisonnable, pour les sous-secteurs se trouvant dans les principales cases diagonales, entre la tendance nette de l'enquête et la mesure bibliométrique de croissance. (Cette dernière indique dans quelle mesure le volume de publications de recherche augmente plus vite (ou diminue moins rapidement) au Canada que dans le monde – ou inversement.) Prenons, par exemple, un domaine tel que géographie physique et télédétection, dans la cellule supérieure droite de la **Figure 6E.1**. Le volume des publications canadiennes a augmenté de 26 % en 2001-2004 par rapport à 1997-2000. Les publications dans le monde ont augmenté de 18 %, et le Canada a donc gagné des parts des publications mondiales dans le domaine. Par ailleurs, 30 % des répondants à l'enquête croient que le domaine a gagné du terrain contre seulement 14 % qui croient qu'il en a perdu. La tendance nette à la hausse de 16 % de l'enquête est donc généralement conforme au résultat bibliométrique. On peut interpréter de manière analogue les autres cellules de la matrice. L'indicateur bibliométrique mesure l'actuel changement de volume tandis que l'indicateur de l'enquête est un pourcentage du nombre des répondants (exprimant leur vue sur la direction du changement.) Par exemple, les cellules se trouvant en haut à gauche et en bas à droite sont celles pour lesquelles les tendances de croissance perçues par les répondants à l'enquête et mesurées par le volume des publications se trouvent aux extrémités opposées du spectre.

**Figure 6E.1**

**Comparaison entre l'enquête et la bibliométrie**

<b>Comparaison entre l'enquête et la bibliométrie</b>		
À l'intérieur de chaque bloc, les sous secteurs en ordre décroissant de différence de croissance Canada moins Monde		
<b>Tendance nette de l'enquête: % Hausse - Baisse</b>	<b>Fort 30%</b>	<p style="text-align: center;"><b>C-M (Faible) H-B (Fort)</b></p> <p>Nano médecine et médecine régénératrice Santé mentale, toxicomanie Génie des matériaux</p>
	<b>Moyen 40%</b>	<p style="text-align: center;"><b>C-M (Moyen) H-B (Fort)</b></p> <p>Recherche cancer Nutrition, métabolisme et diabète Vieillesse Santé publique et des populations Génétique, génomique &amp; protéomiques Neurobiologie/Neurosciences Génie minier &amp; procédés des minéraux Mathématiques - appliquées Génie pétrole &amp; sci. polymères Maladies infectieuses et immunitaires Science physique – échelle nanométrique Génie biomédical</p>
	<b>Faible 30%</b>	<p style="text-align: center;"><b>C-M (Fort) H-B (Fort)</b></p> <p>Comms, médias &amp; culture Santé circulation / respiratoire Physique – optique; laser Géographie physique, télédétection Astronomie, astrophysique, cosmologie Biosciences à l'échelle nanométrique Sciences de la gestion des affaires</p>
	<b>Moyen 40%</b>	<p style="text-align: center;"><b>C-M (Faible) H-B (Moyen)</b></p> <p>Hydrologie Géophysique et sismologie Sciences vétérinaires Autre – génie chimique Géologie Sciences dr climat &amp; Météorologie Chimie - Physique Génie agricole Génie de l'environnement Appareil locomoteur et arthrite Génie civil</p>
	<b>Moyen 40%</b>	<p style="text-align: center;"><b>C-M (Moyen) H-B (Moyen)</b></p> <p>Géochimie et géochronologie Physique – matière condensée Mathématiques statistiques Chimie - polymères Kinésiologie Microbiologie Génie forestier Développement humain, santé des enfants st des adolescents Biologie végétale Math pures Biologie cellulaire</p>
	<b>Faible 30%</b>	<p style="text-align: center;"><b>C-M (Fort) H-B (Moyen)</b></p> <p>Politiques et services de santé Psychologie sociale Géographie; urbanisme &amp; planification envir Génie électron &amp; photon Linguistique Écologie &amp; biologie de l'évolution Droit &amp; criminologie Sciences Informatiques Sci pol &amp; admin publique Sciences infirmières</p>
	<b>Faible 30%</b>	<p style="text-align: center;"><b>C-M (Faible) H-B (Faible)</b></p> <p>Océanographie Chimie - organique Sociologie Sciences de l'éducation Science du sol Génie industriel Génie électrique Dentisterie Génie nucléaire</p>
	<b>Moyen 40%</b>	<p style="text-align: center;"><b>C-M (Moyen) H-B (Faible)</b></p> <p>Physique - nucléaire &amp; particules élémentaires Psychologie expérimentale Chimie - inorganique Sciences économiques Biochimie Chimie - analytique Biologie animale Génie aérospatial</p>
	<b>Faible 30%</b>	<p style="text-align: center;"><b>C-M (Fort) H-B (Faible)</b></p> <p>Démographie Autre – génie mécanique Physique - Plasma Recherche clinique Anthropologie Physiologie</p>
	<b>Faible 30%</b>	<b>Fort (30%)</b>
	<b>Différence de taux de croissance: Canada moins Monde C - M</b>	

**Figure 6E.2**

**Résultats de croissance de l'enquête comparée à la croissance bibliométrique**

Sous-secteurs (par croissance)	Décile		Sous-secteurs (par croissance)	Décile	
	H-B	C-M		H-B	C-M
<b>Encadré 1: C-M (1,2,3) H-B (8,9,10)</b>			<b>Encadré 6: C-M (1,2,3) H-B (4,5,6,7)</b>		
Démographie	D8	D1	Politiques et services de santé	D5	D1
Autre - génie mécanique	D10	D1	Psychologie sociale	D5	D1
Physique - Plasma	D10	D1	Géo.; urbanisme & plan. enviro.	D4	D2
Recherche clinique	D8	D2	Génie électron & photon	D4	D2
Anthropologie	D8	D3	Linguistique	D4	D2
Physiologie	D9	D3	Écol. & biol. de l'évolution	D5	D2
<b>Encadré 2: C-M (1,2,3) H-B (1,2,3)</b>			<b>Encadré 7: C-M (8,9,10) H-B (4,5,6,7)</b>		
Comms, medias & culture	D3	D1	Droit & criminologie	D4	D3
Santé circulation/ respiratoire	D3	D1	Science informatique	D4	D3
Physique - optique; laser	D2	D2	Sci pol & admin publique	D6	D3
Géo. physique, télédétection	D3	D2	Sciences infirmières	D7	D3
Astron., astrophys., cosmologie	D3	D2	<b>Encadré 8: C-M (4,5,6,7) H-B (8,9,10)</b>		
Bioscience - Nano	D2	D3	Phys. - nucl. & part. élément.	D9	D4
Sciences de la gestion des affaires	D3	D3	Psychologie expérimentale	D8	D5
<b>Encadré 3: C-M (8,9,10) H-B (8,9,10)</b>			<b>Encadré 9: C-M (4,5,6,7) H-B (1,2,3)</b>		
Océanographie	D8	D8	Recherche cancer	D1	D4
Chimie - organique	D8	D8	Nutrit., métabolisme et diabète	D2	D4
Sociologie	D9	D8	Vieillesse	D2	D4
Sciences de l'éducation	D10	D8	Santé publi. et des populations	D3	D5
Science du sol	D9	D9	Génét., génom. & protéomique	D1	D6
Génie industriel	D10	D9	Génétique (médicale)	D1	D6
Génie électrique	D9	D10	Neurobiologie / Neurosciences	D1	D6
Dentisterie	D10	D10	Mines & procédés des minéraux	D2	D6
Génie nucléaire	D10	D10	Mathématiques - appliquées	D3	D6
<b>Encadré 4: C-M (8,9,10) H-B (1,2,3)</b>			<b>Encadré 9: C-M (4,5,6,7) H-B (1,2,3)</b>		
Médecine nano et régénératrice	D2	D9	Génie pétrole & sci polymères	D1	D7
Neurosci., santé mentale, toxico.	D2	D10	Maladies infecti./immunitaires	D1	D7
Génie et science des matériaux	D3	D10	Science physique - échelle nano	D1	D7
<b>Encadré 5: C-M (4,5,6,7) H-B (4,5,6,7)</b>			<b>Encadré 9: C-M (4,5,6,7) H-B (1,2,3)</b>		
Géochimie et géochronologie	D5	D4	Génie biomédical	D2	D7
Physique - matière condensée	D7	D4			
Mathématiques statistiques	D7	D4			
Chimie - polymères	D7	D4			
Kinésiologie	D5	D5			
Microbiologie	D5	D5			
Génie forestier	D6	D5			
Dév & santé enfants/adolescents	D4	D6			
Biologie végétale	D6	D6			
Math pures	D6	D7			
Biologie cellulaire	D5	D7			