

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

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

1. Le mandat	1
2. Qu'est-ce que la « science et la technologie »?.....	1
3. La S et T et l'innovation	1
4. Qu'est-ce que les « atouts en S et T »?.....	2
5. La perspective mondiale.....	2
6. Les réponses que le rapport cherche à donner et celles qu'il ne cherche pas à donner.....	2
7. Quatre points de vue sur la force de science et de la technologie	2
8. Enquête des opinions éclairées	3
9. Force regroupée dans les grands domaines de S et T.....	3
10. Une évaluation granulaire des atouts de S et T.....	3
11. Quatre grappes de force du Canada en S et T	5
12. La répartition de la force.....	8
13. Interprétation des résultats détaillés des sous-secteurs	9
14. Ressources naturelles	9
15. Technologies de l'information et des communications.....	9
16. Santé et sciences de la vie connexes	9
17. S et T de l'environnement.....	10
18. Autres domaines de force. . . et certaines faiblesses	10
19. Une seconde perspective	11
20. Analyse bibliométrique.....	12
21. Un point de vue plus détaillé.....	13

22. Confirmation de la force du Canada en recherche	15
23. Technométrie – Analyse des données sur les brevets	15
24. Comparaison des mesures et de l’enquête.....	15
25. Le regard depuis l’extérieur	16
26. Infrastructure de S et T du Canada	16
27. Production du savoir et appui au savoir	17
28. Appui à la commercialisation et l’application des S et T	18
29. Financement commercial de S et T.....	20
30. Infrastructures gouvernementales en S et T	20
31. Le régime réglementaire en tant qu’infrastructure	21
32. Domaines possibles de force en S et T pour le Canada	21
33. Les technologies de l’énergie propre sont en tête de liste.....	21
34. Mise en garde	22
35. Diverses perspectives sur les futures possibilités	23
36. Secteurs où l’évolution ascendante semble la plus forte.....	25
37. Atouts du Canada en S et T dans leur ensemble.....	26
38. Regard sur l’avenir : Implications des résultats	27
39. Regard sur l’avenir : Ce qu’il reste à faire	27
40. Regard sur l’avenir	28
Annexe A : Résultats de l’enquête sur les 197 sous-secteurs – Tableau.....	29
Annexe B : Résultats de l’enquête sur les 197 sous-secteurs – Force vs. tendance	39

Sommaire et conclusions principales

Ce document est une version abrégée du rapport et est donc plus long qu'un sommaire typique. Il contient pratiquement toutes les conclusions de notre étude et bon nombre des tableaux et graphiques du rapport. Bien que conçu comme document autonome, il ne peut toutefois pas faire état d'une grande partie du contexte, des faits et des analyses importants que l'on trouve dans le rapport et ses annexes.

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.

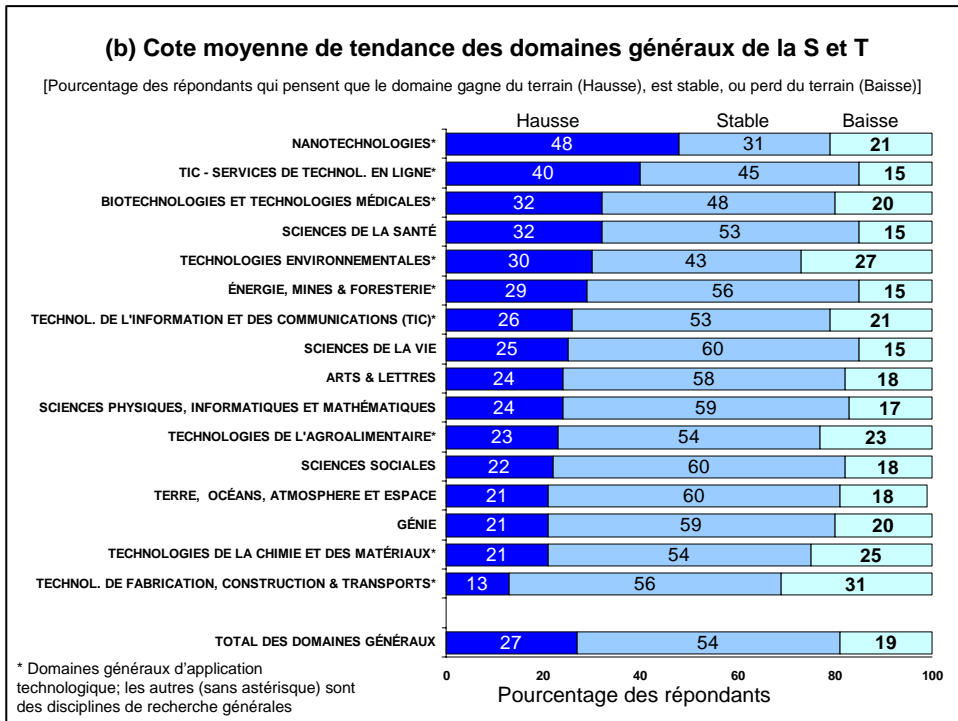
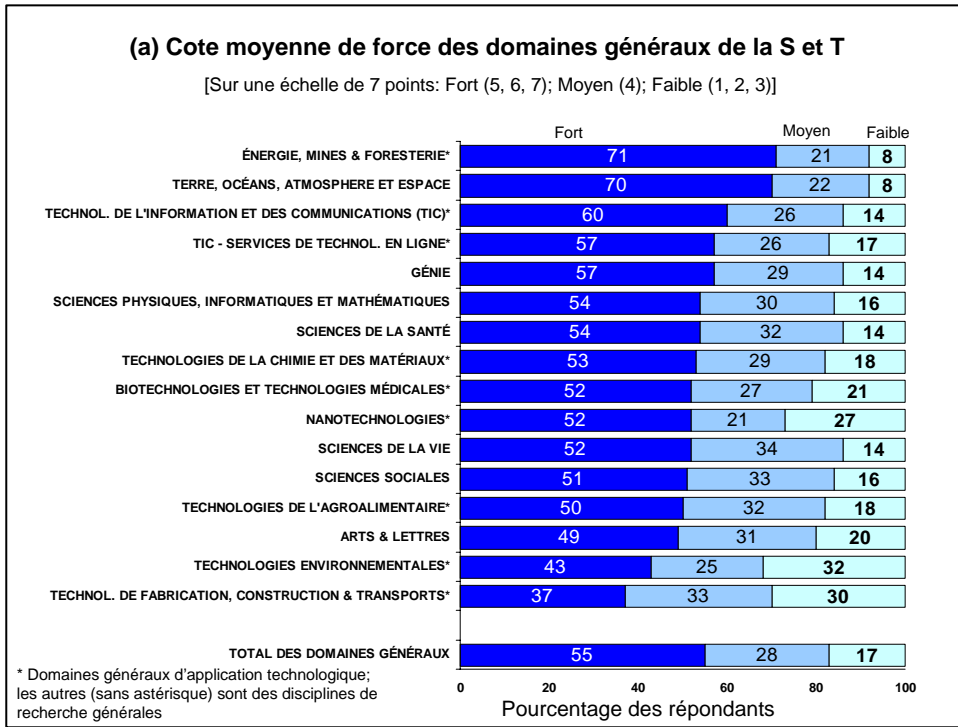
Les résultats présentés ne sont pas les opinions ou l'interprétation du Comité ou du Conseil des académies canadiennes. Ce sont les vues d'une frange importante du milieu supérieur des S et T du Canada. Le tableau d'ensemble des atouts en S et T dépeint par les résultats de l'enquête est remarquablement 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 A**) 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.

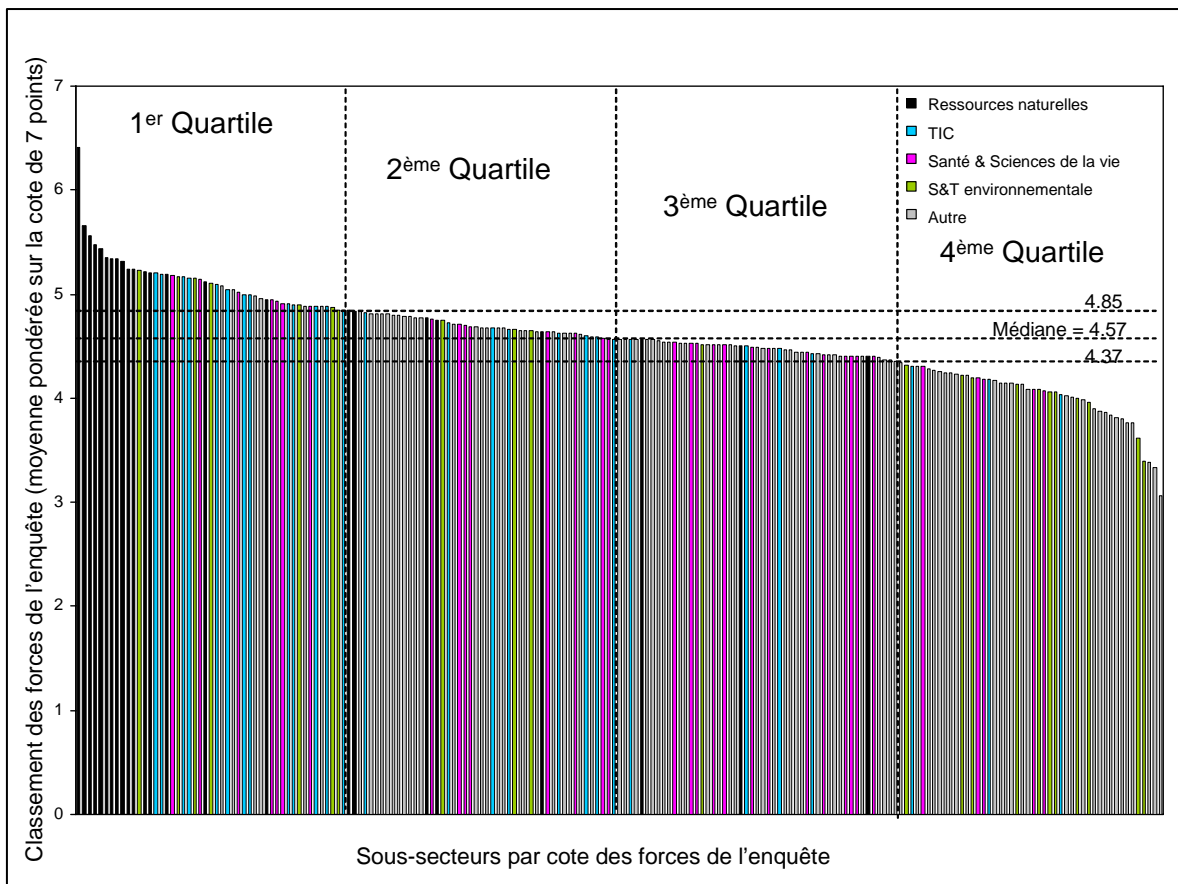
	Sous-secteurs	Nbr. de répond.	Moyenne	Pourcentage de répondants				Grappe
				Fort	Faible	Hausse	Baisse	
1	Sables bitumineux et production connexe*	316	6,41	97	1	77	2	Ressources naturelles
2	Exploration/extraction conventio. pétrole/gaz*	305	5,66	84	1	43	3	Ressources naturelles
3	Énergie hydroélectrique*	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^e au 150^e 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^e 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.

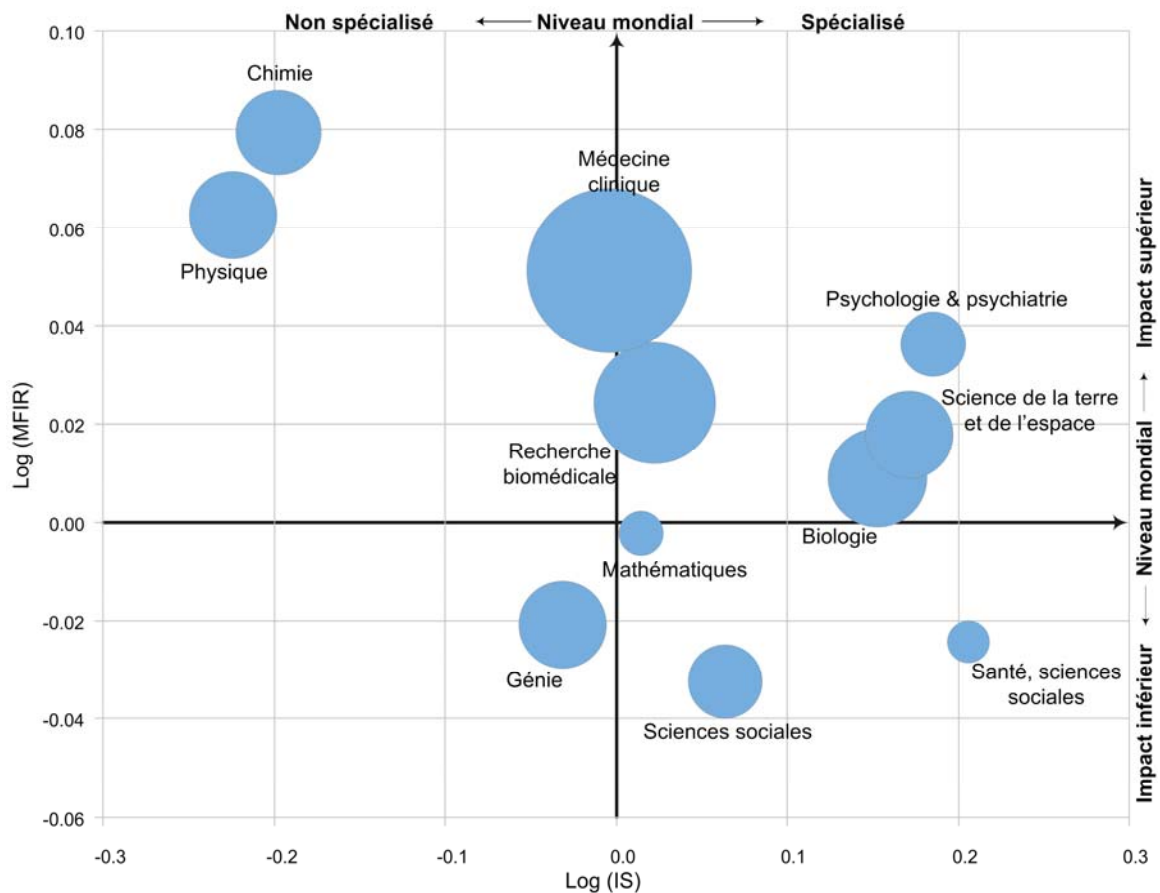
Le quadrant supérieur gauche recense les domaines dans lesquels le Canada ne publie pas de façon aussi « intensive » que la moyenne mondiale, mais où la qualité est élevée. La chimie est clairement un domaine d’excellence, suivie par la physique.

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.

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

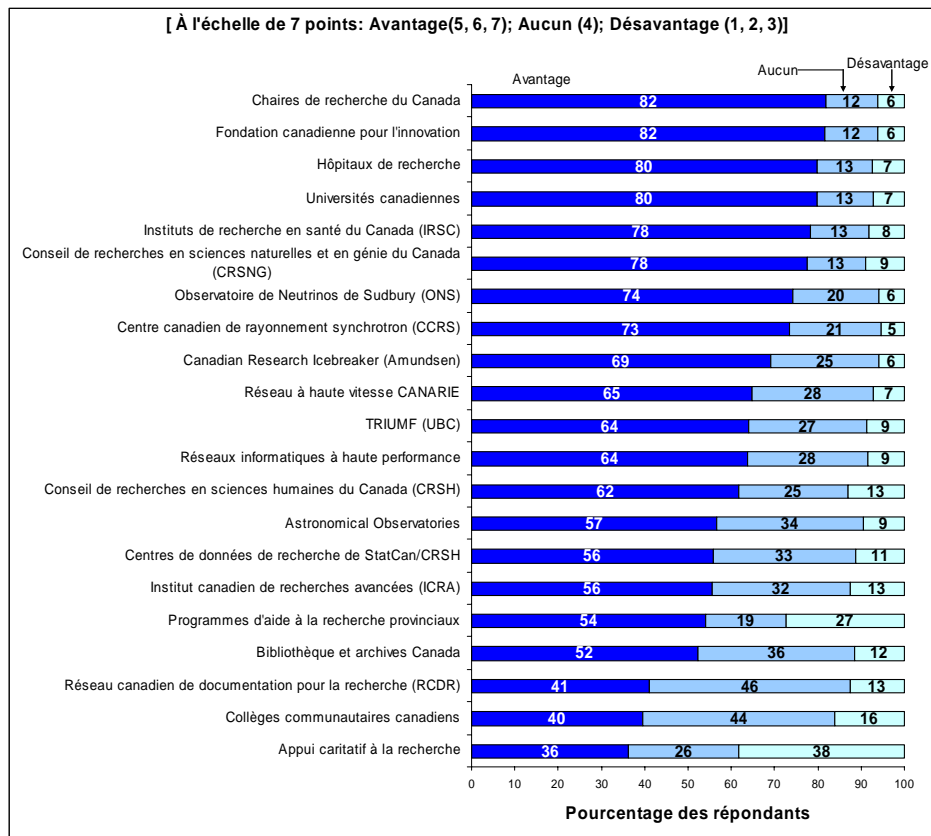
- les infrastructures favorisant la commercialisation et l'application des résultats de recherche – p. ex., les programmes d'appui à la recherche industrielle et les crédits d'impôt;
- les infrastructures appuyant les autres objectifs de politique générale qui s'inspirent, ou touchent de manière importante, 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

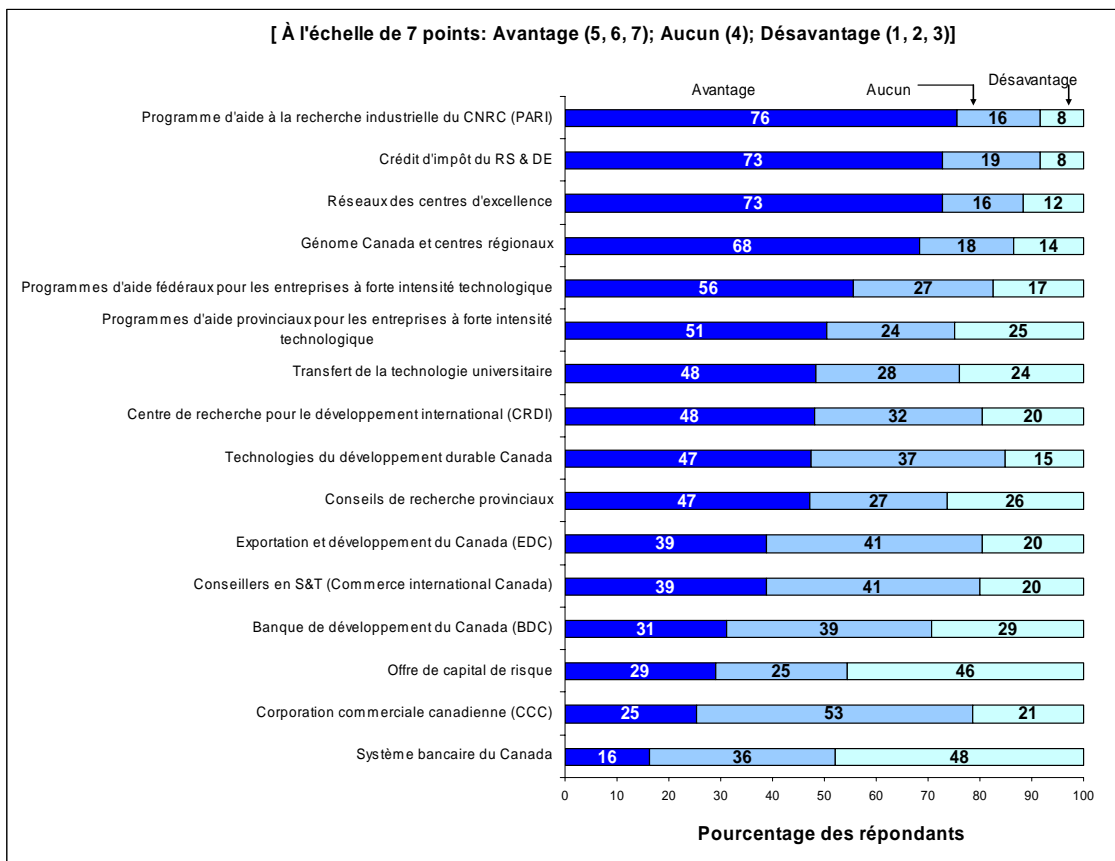
Appui et développement du savoir en S et T



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	71	82	82	80	84	80	76	66	82	70
RS et DE	73	66	84	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	48	64	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	61	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	65	40	52
Exportation et développement Canada	39	31	48	43	38	40	41	38	43	36	23
Conseillers en S et T	39	28	46	45	44	39	33	35	41	33	52
Banque de dév. du Cda	31	26	36	35	22	30	34	27	43	27	41
Offre de capital de risque	29	26	30	28	22	33	33	28	31	25	39
Corporation commerciale canadienne	25	18	33	27	17	27	24	26	32	22	14
Système bancaire du Canada	16	14	16	16	10	11	21	15	18	18	37

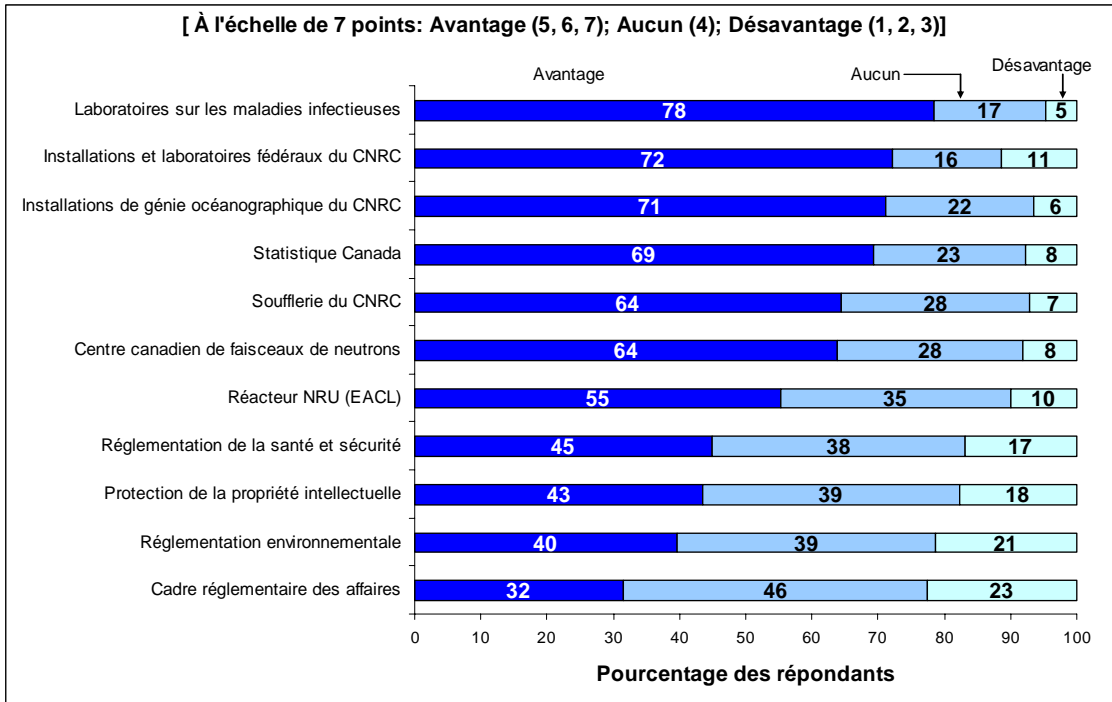
Les cellules en caractères gras du tableau indiquent des écarts statistiques importants par rapport à la cote générale, c.-à-d. que la probabilité que l'écart soit simplement dû au hasard est de moins de 1 %.

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 ».

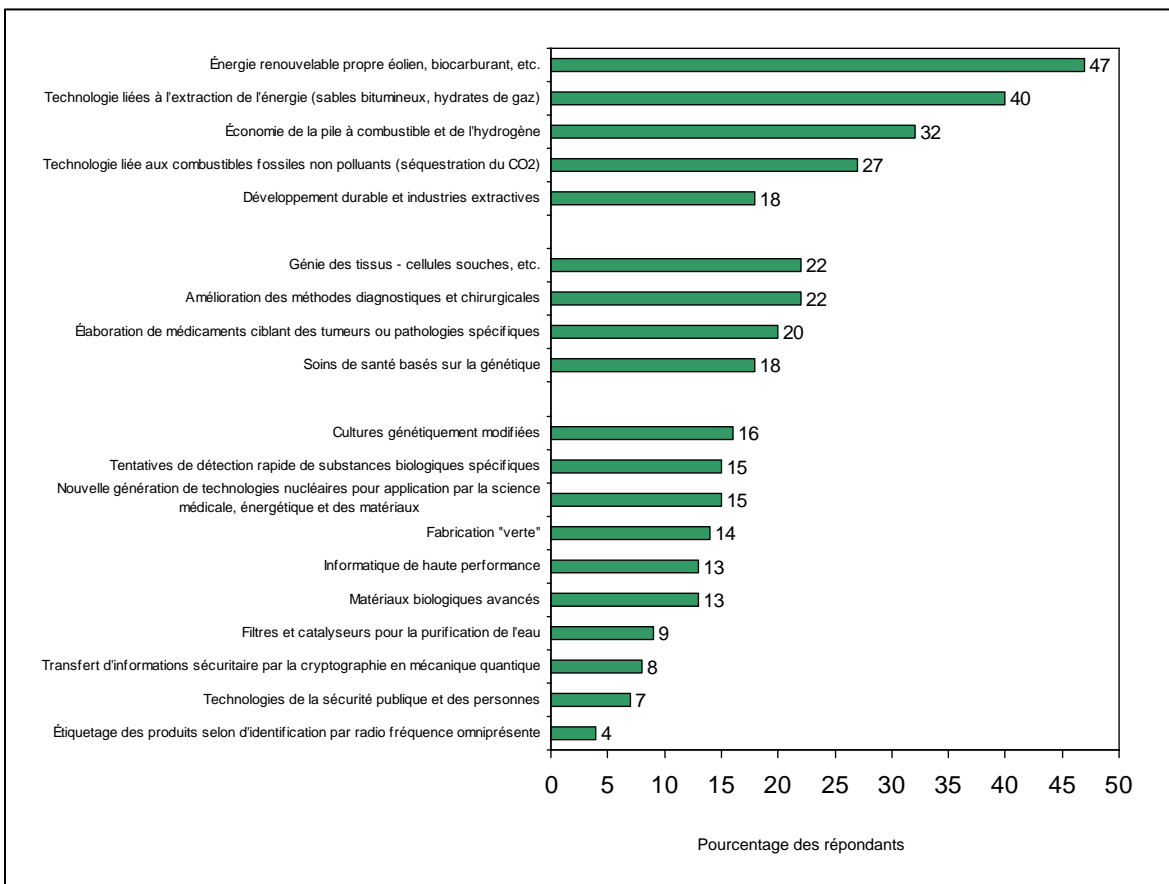
33. Les technologies de l'énergie propre sont en tête de liste – Les répondants à l'enquête ont indiqué, par une forte marge, que les technologies de l'énergie constituaient le domaine dans lequel le Canada était le mieux placé pour développer une force prédominante dans l'avenir (**Figure 12**). Les 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	44	58	49	55	42	52	50	57	41	53	49	45
Technol. liées à l'extraction de l'énergie (p.ex. sables bitumineux)	40	36	51	51	29	47	34	62	47	42	30	41	36
Écon.- pile à combustible et hydrogène	32	27	39	40	35	31	45	26	25	32	30	32	30
Technol. liées aux combustibles fossiles non polluants; séquest. CO2...	27	25	32	31	25	28	29	55	28	25	18	27	28
Génie des tissus - cellules souches, etc.	22	25	21	22	22	22	18	18	16	24	29	12	20
Amélioration - méthodes diagnost. et chirurgicales	22	21	23	22	16	24	17	27	14	26	24	10	16
Élaborat. - médicaments ciblant des tumeurs ou pathologies spécifiques	20	22	21	16	22	20	27	18	14	18	29	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	14	21	17	20	23	16	12	18	22	11	23
Récoltes génétiquement modifiées	16	14	14	24	15	19	13	24	39	16	9	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	20	11	14	23	19	11	11	9
Fabrication « verte »	14	14	15	14	23	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	25	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	13	6	8	5	6	1	8	8	10	7
Étiquetage des produits selon l'identif. par radio-fréquence omniprésente	4	3	7	5	2	3	2	4	4	3	5	5	3

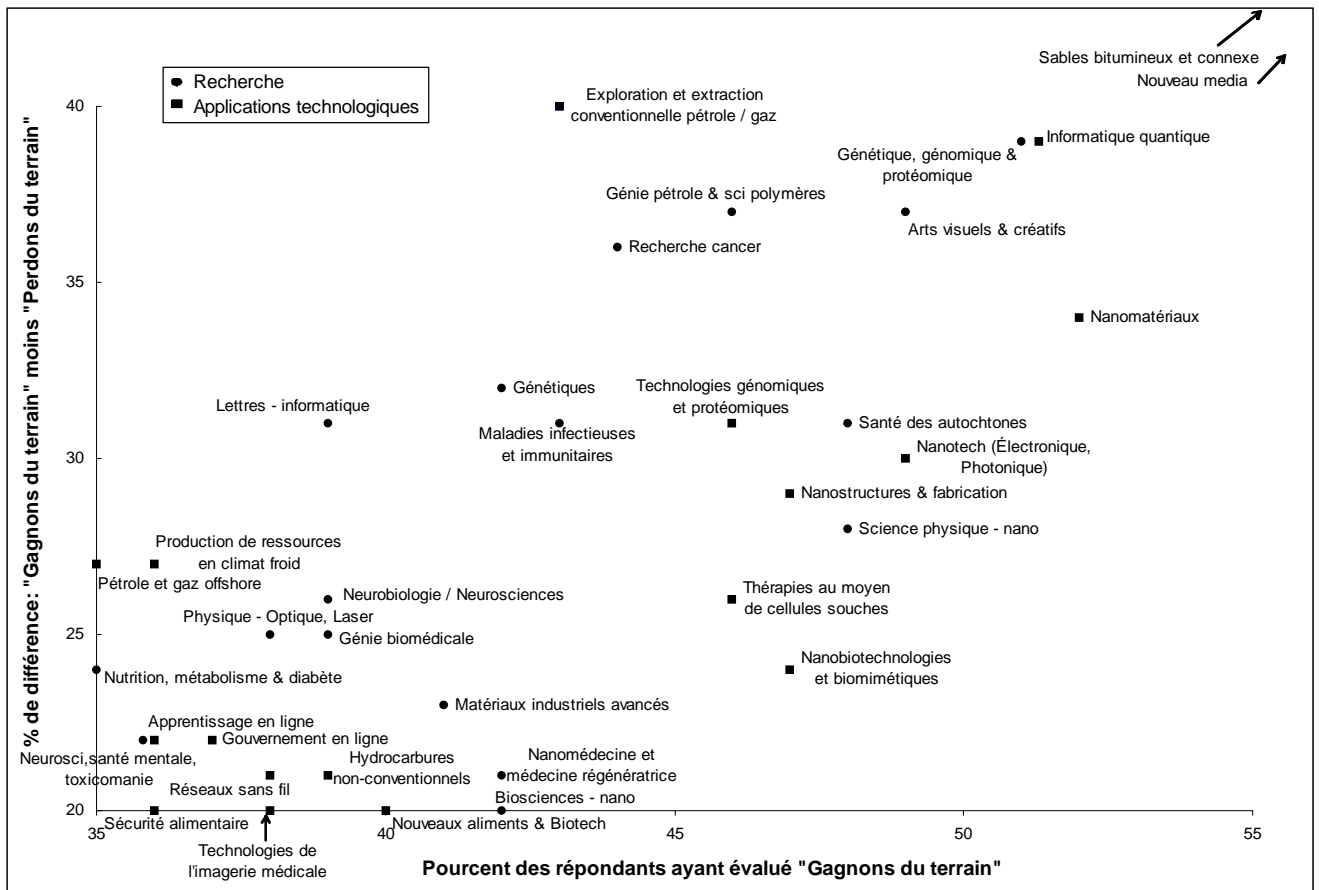
Les cellules en caractères gras du tableau indiquent des écarts statistiques importants par rapport à la cote générale, c.-à-d. que la probabilité que l'écart soit simplement dû au hasard est de moins de 1 %.

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

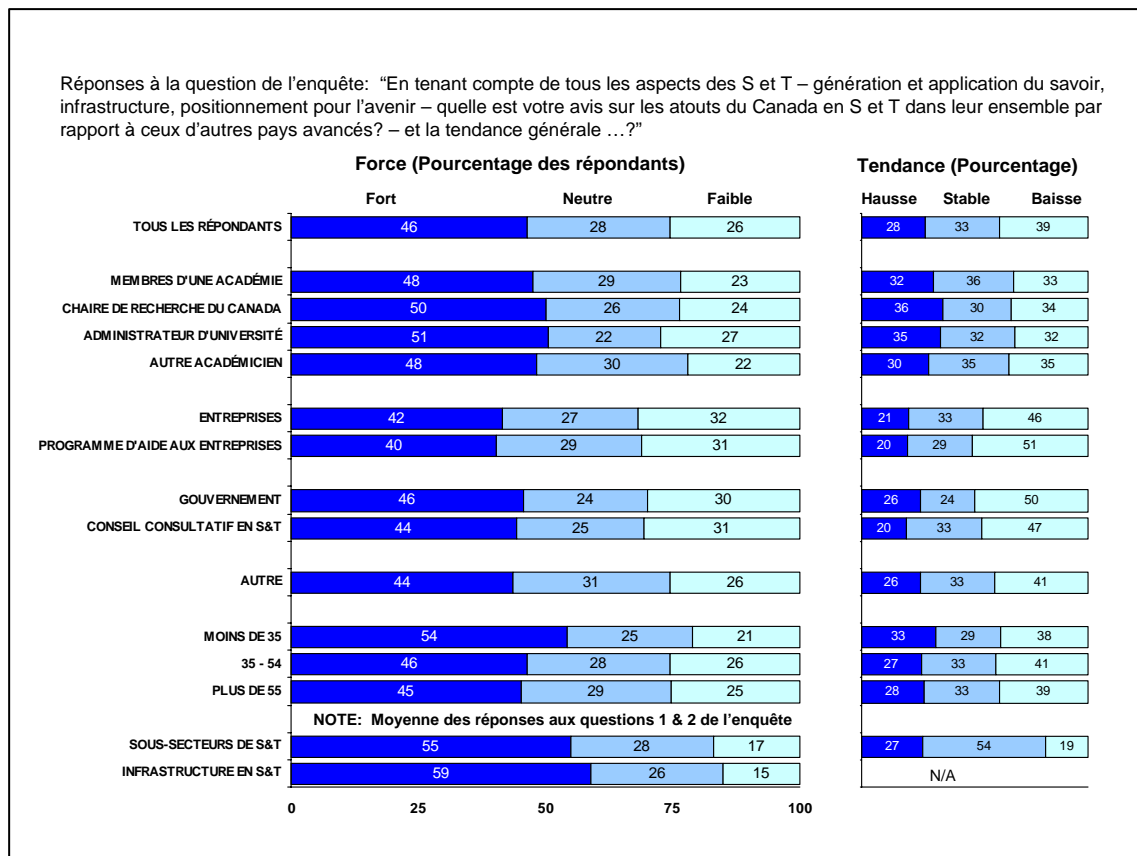
Perspectives de croissance selon les répondants à l'enquête



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-disciplines dans l'**Annexe B** 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*

Annexe A : Résultats de l'enquête sur les 197 sous-secteurs – Tableau

	Sous-secteurs*	Nbr. de répon.	Moyenne ¹	Pourcentage des répondants			Grappe	
				Fort ²	Faible ³	Hausse ⁴		Baisse ⁵
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

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

¹ Moyenne = Moyenne pondérée du classement sur 7 points

² Fort = Pourcentage des répondants à l'enquête qui ont évalué le sous secteur "Fort" (évaluation 5, 6, 7)

³ Faible = Pourcentage qui ont évalué le sous secteur "Faible" (évaluation 1, 2, 3)

⁴ Hausse = Pourcentage qui ont évalué le sous secteur "Gagnant du terrain"

⁵ Baisse = Pourcentage qui ont évalué le sous secteur "Perdant du terrain"

	Sous-secteurs*	Nbr. de répon.	Moyenne ¹	Pourcentage des répondants				Grappe
				Fort ²	Faible ³	Hausse ⁴	Baisse ⁵	
17	Géophysique et sismologie	198	5.19	71	8	20	14	Ressources naturelles
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

	Sous-secteurs*	Nbr. de répon.	Moyenne ¹	Pourcentage des répondants				Grappe
				Fort ²	Faible ³	Hausse ⁴	Baisse ⁵	
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	
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

	Sous-secteurs*	Nbr. de répon.	Moyenne ¹	Pourcentage des répondants				Grappe
				Fort ²	Faible ³	Hausse ⁴	Baisse ⁵	
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
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	

	Sous-secteurs*	Nbr. de répon.	Moyenne ¹	Pourcentage des répondants				Grappe
				Fort ²	Faible ³	Hausse ⁴	Baisse ⁵	
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	
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

	Sous-secteurs*	Nbr. de répon.	Moyenne ¹	Pourcentage des répondants				Grappe
				Fort ²	Faible ³	Hausse ⁴	Baisse ⁵	
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
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	

	Sous-secteurs*	Nbr. de répon.	Moyenne ¹	Pourcentage des répondants				Grappe
				Fort ²	Faible ³	Hausse ⁴	Baisse ⁵	
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
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	

	Sous-secteurs*	Nbr. de répon.	Moyenne ¹	Pourcentage des répondants				Grappe
				Fort ²	Faible ³	Hausse ⁴	Baisse ⁵	
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	
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	

	Sous-secteurs*	Nbr. de répon.	Moyenne¹	Pourcentage des répondants				Grappe
				Fort²	Faible³	Hausse⁴	Baisse⁵	
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 B : Résultats de l'enquête sur les 197 sous-secteurs – Force vs. tendance

Figure B.1

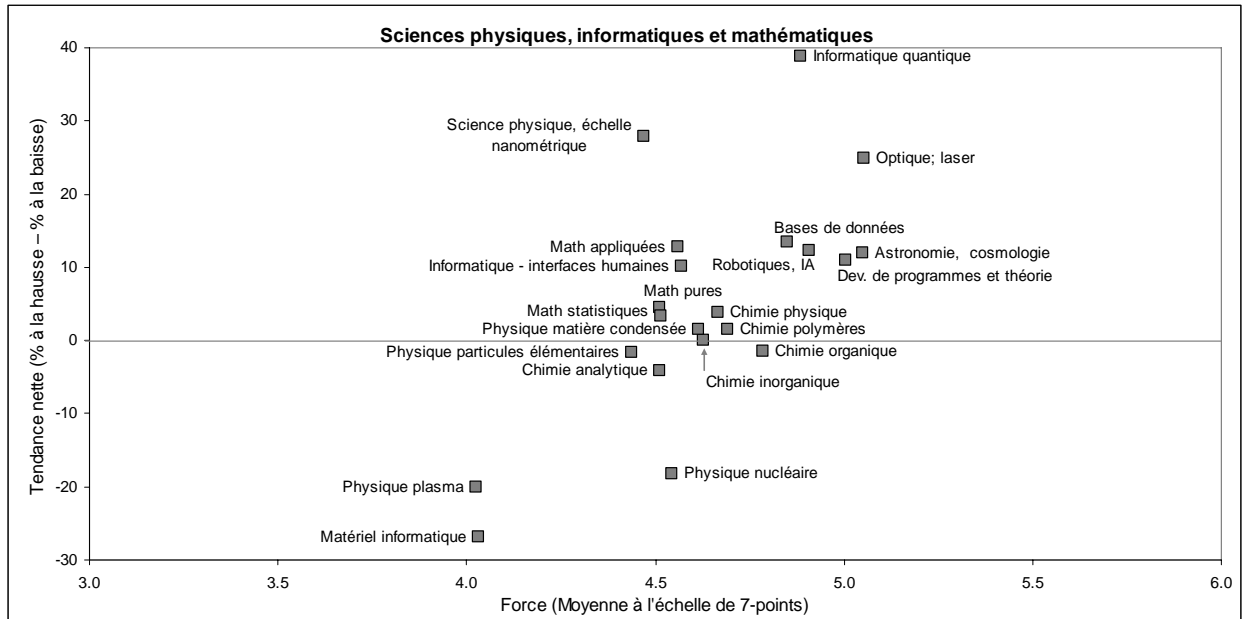


Figure B.2

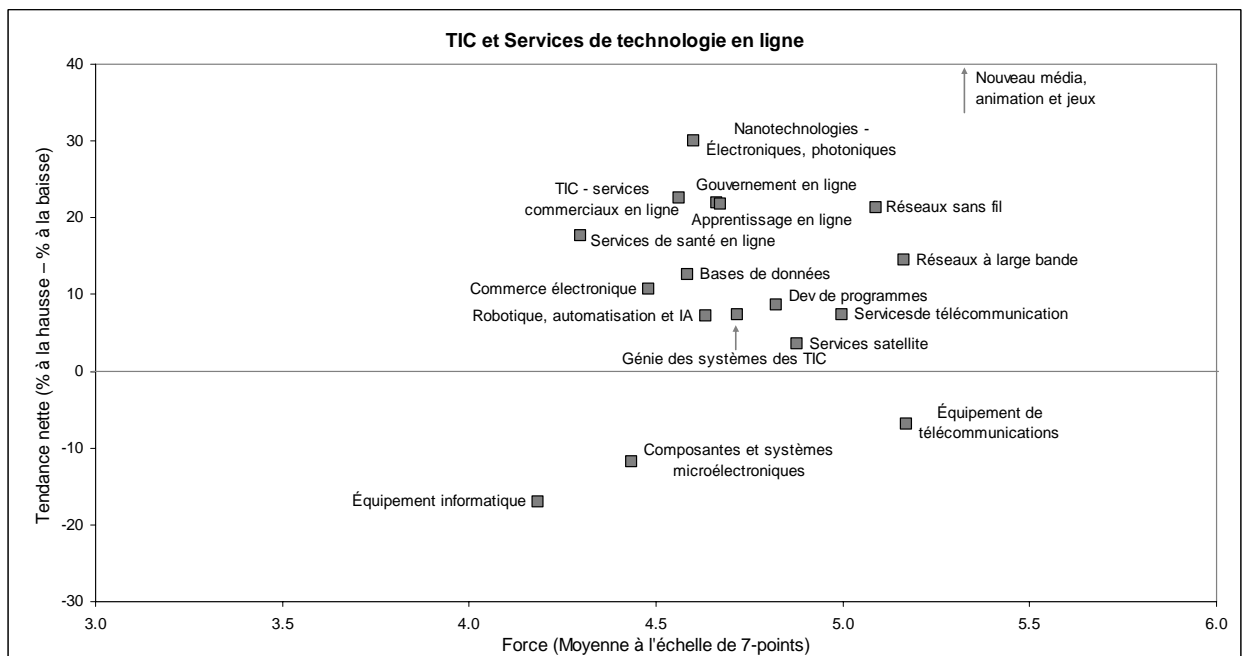


Figure B.3

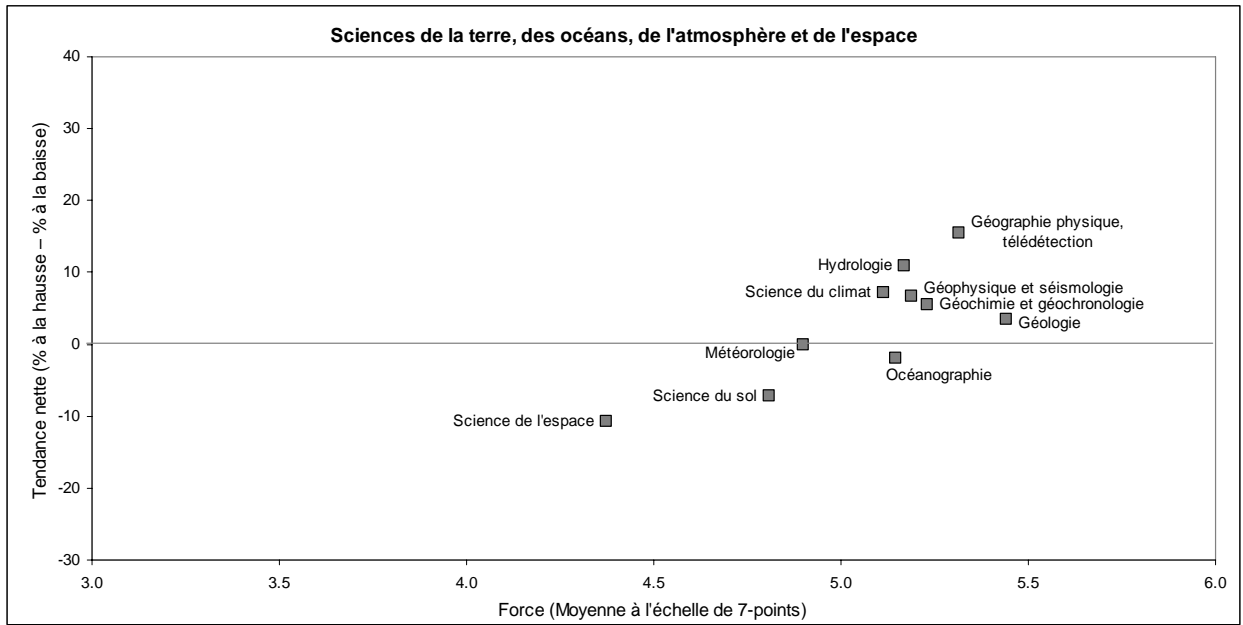


Figure B.4

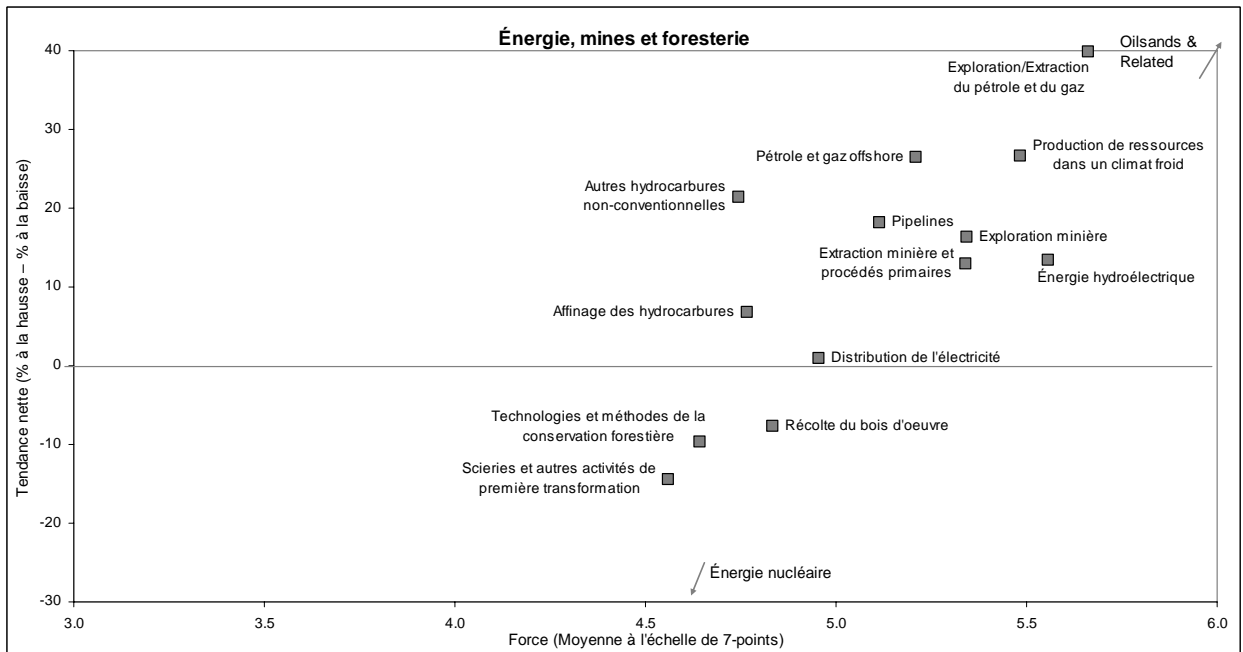


Figure B.5

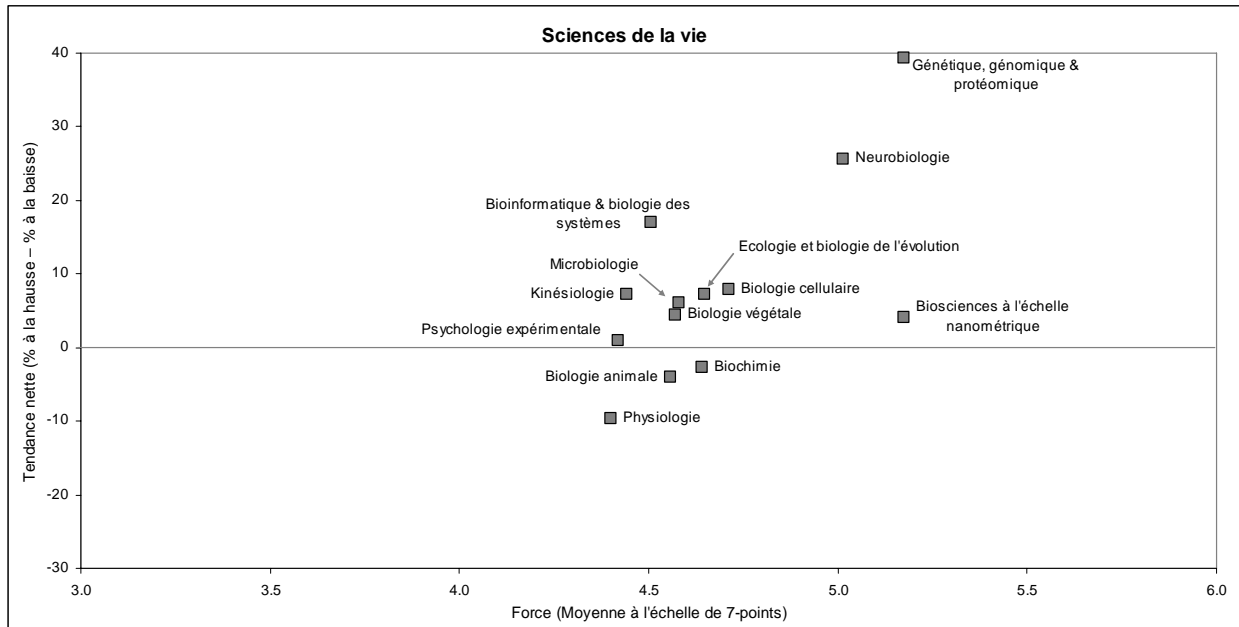


Figure B.6

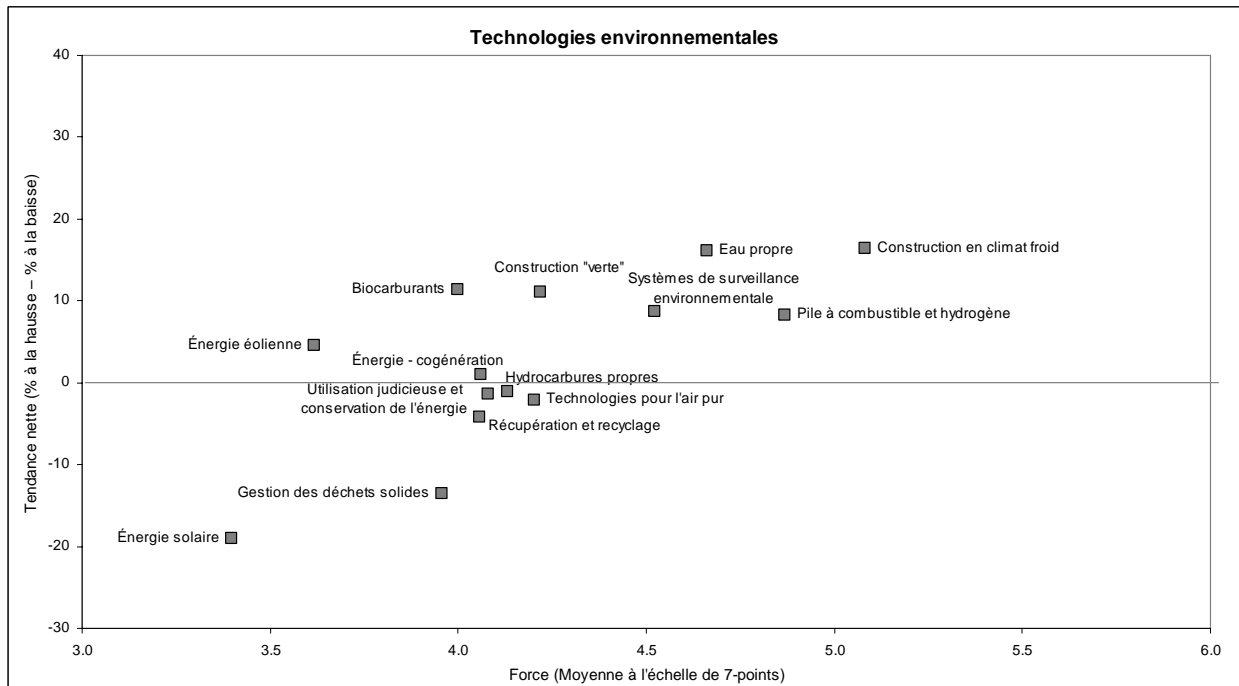


Figure B.7

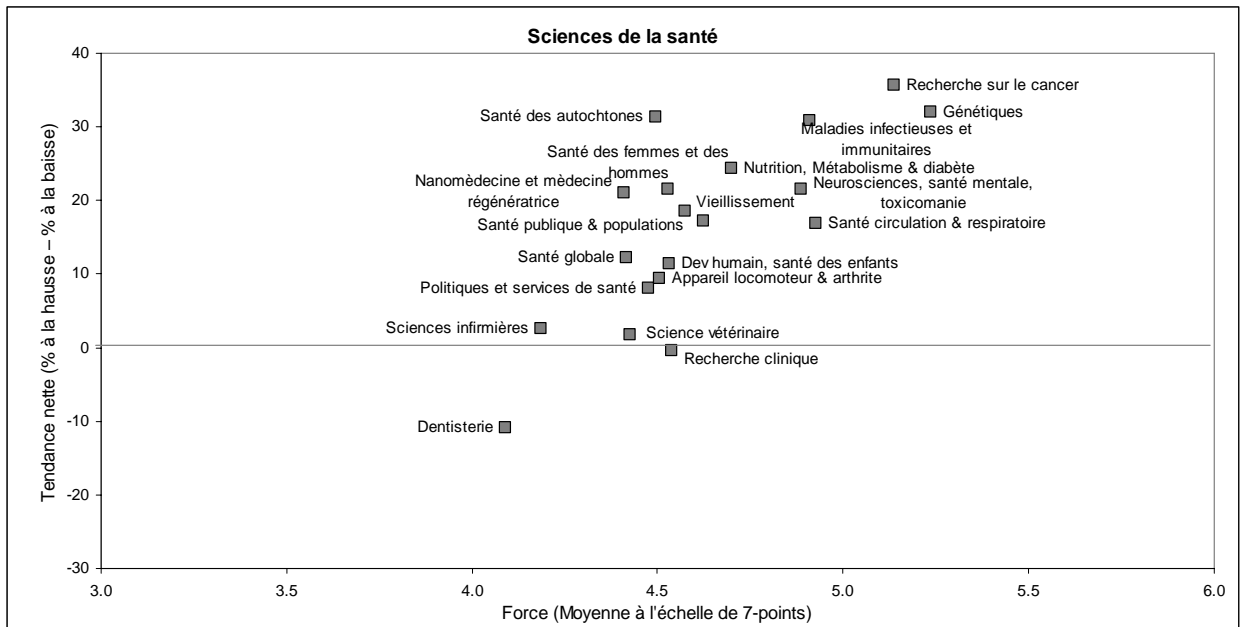


Figure B.8

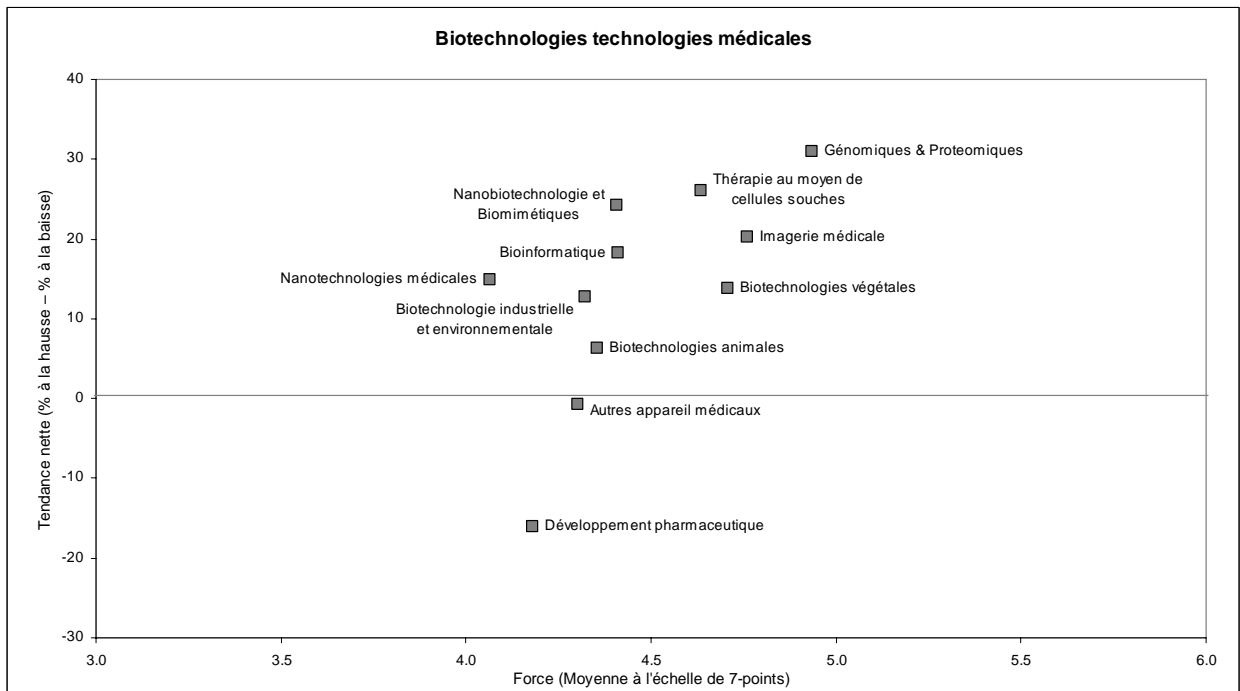


Figure B.9

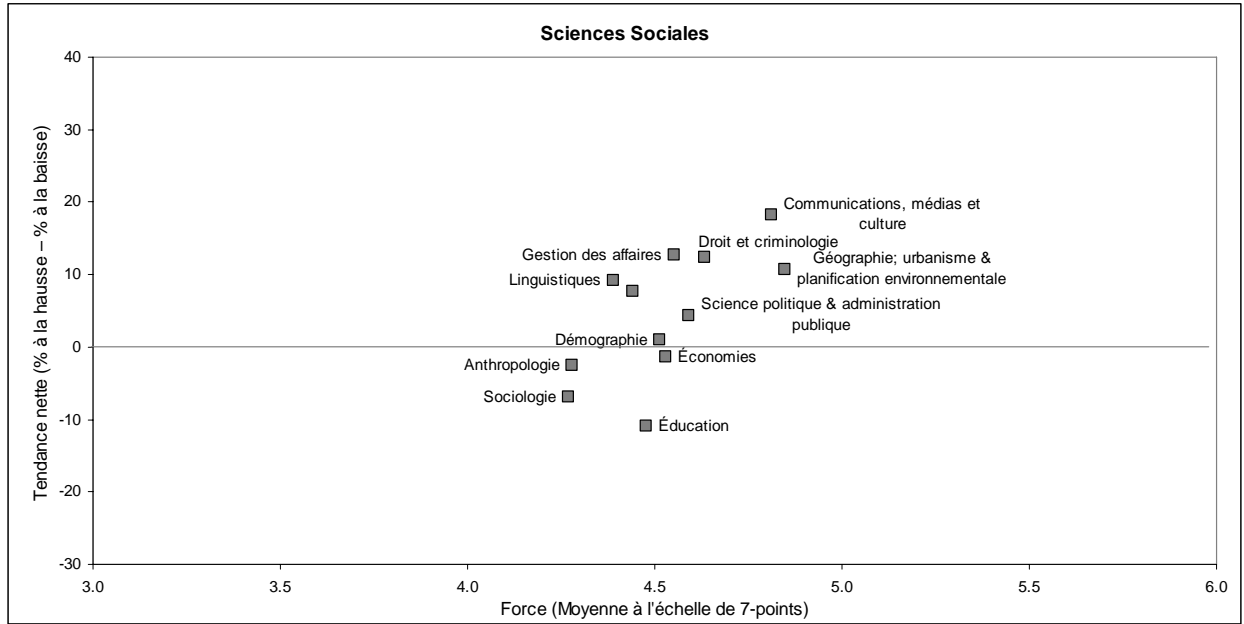


Figure B.10

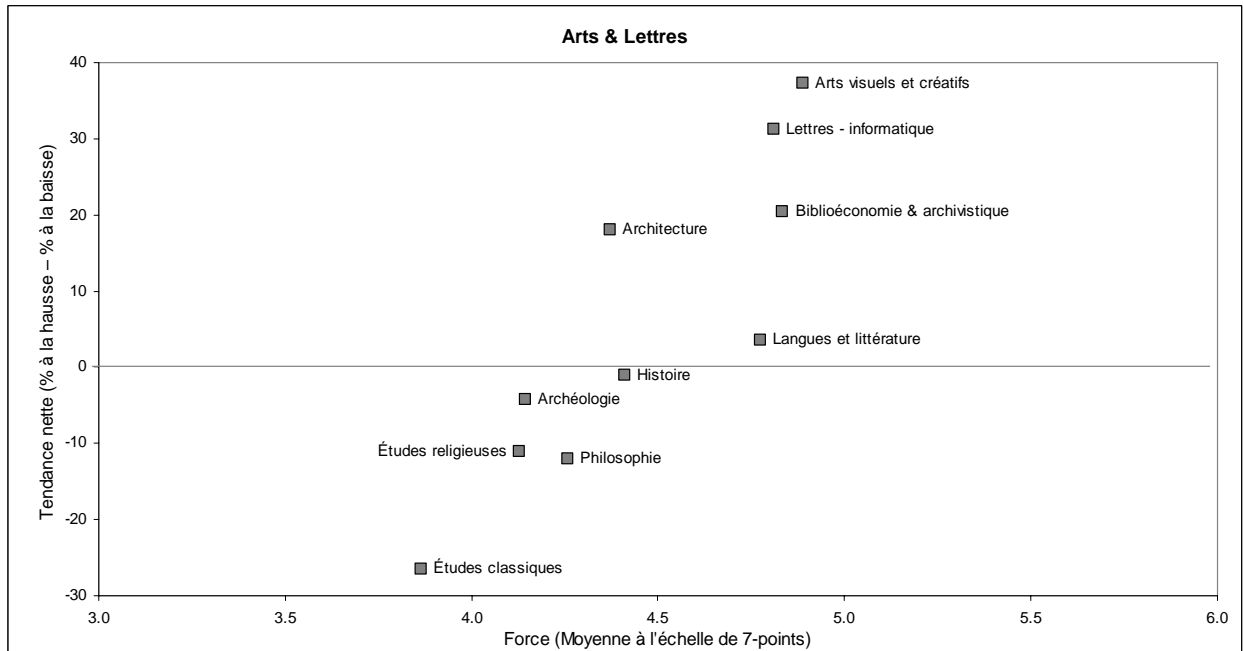


Figure B.11

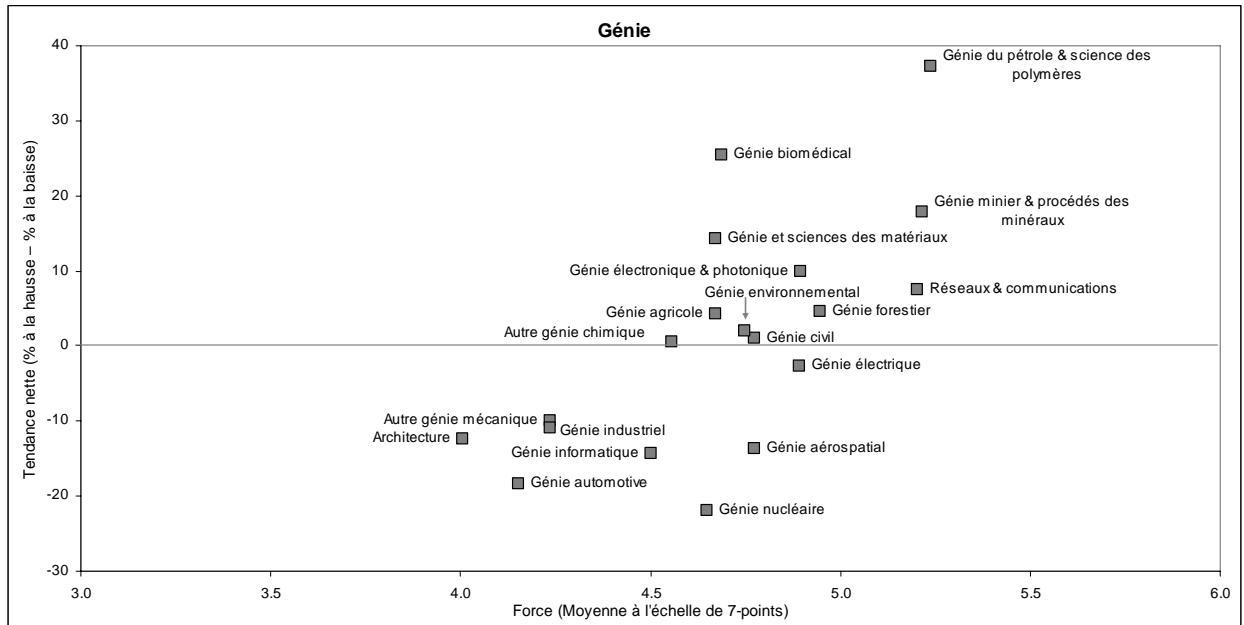


Figure B.12

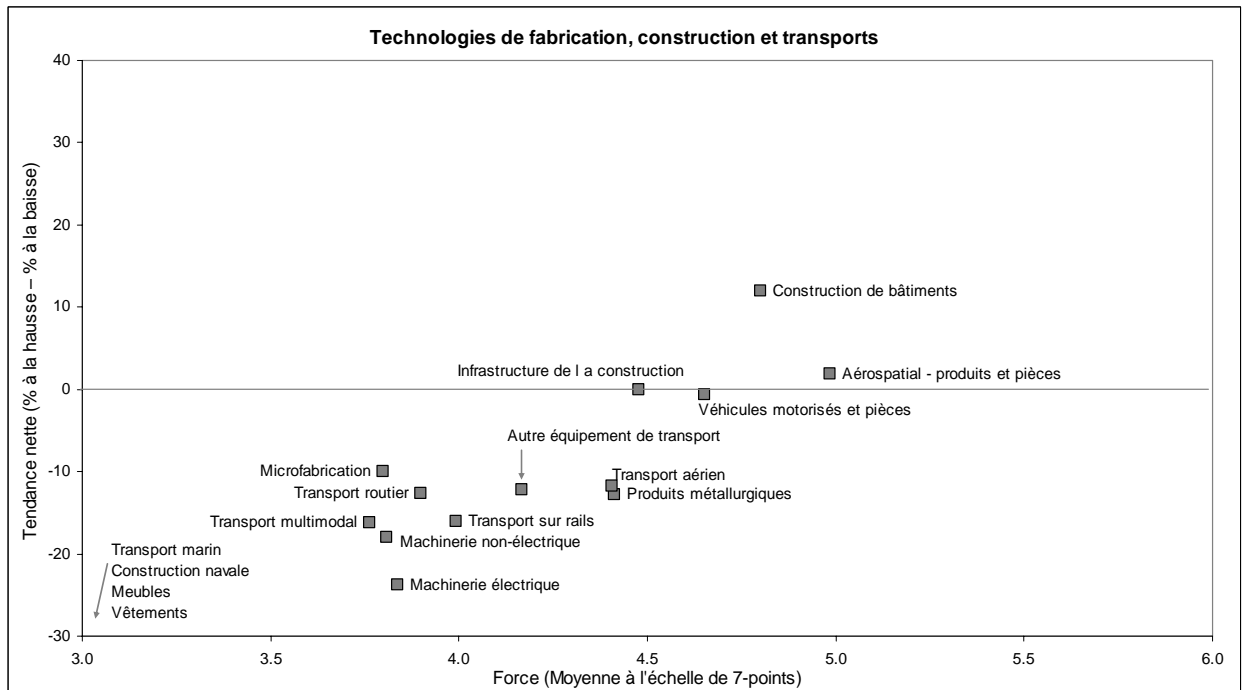


Figure B.13

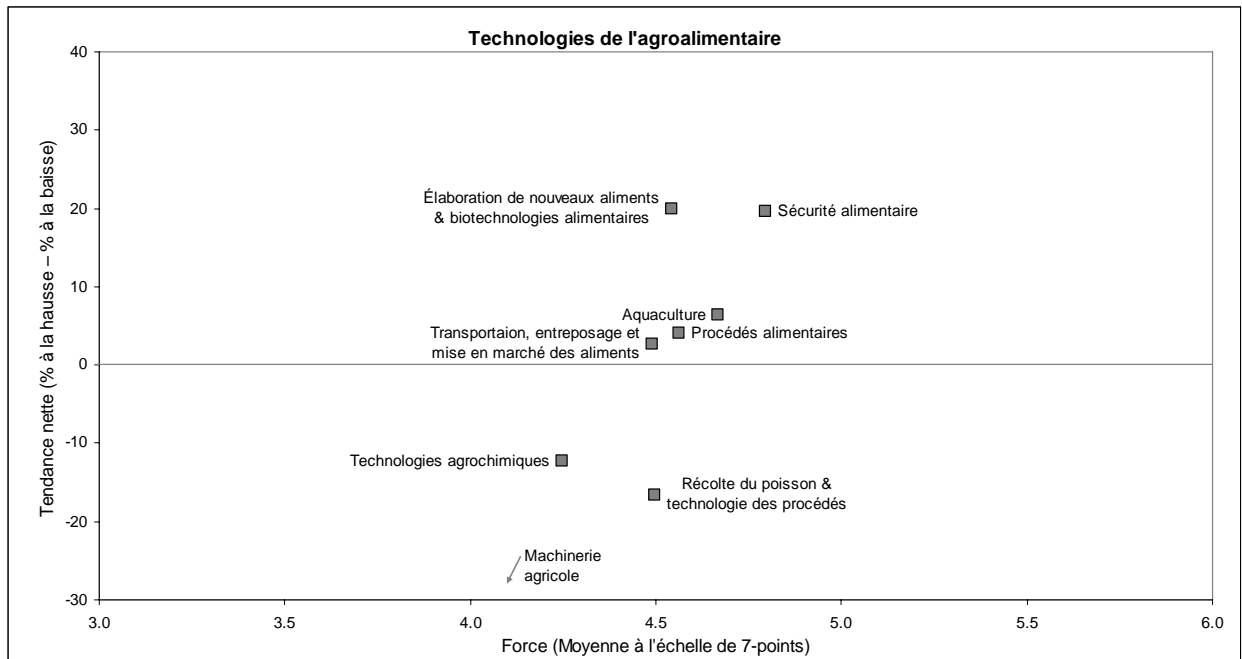


Figure B.14

